

<36613868650011



Allgemeines Wörterbuch

der

Kriegsbaukunst,

welches die

theoretische und praktische Darstellung aller Grundsätze und Lehren des Festungsbaues, des Angriffes und der Vertheidigung befestigter Orte und des Minenkrieges enthält.

Dritter Theil.

N. bis Z.

Mit X. Kupfertafeln.

Berlin, 1817.
In der Realschulbuchhandlung.



Ankündigung.

Die häufigere Anwendung, welche man in der neueren Zeit anfängt, von **Montalemberts** Ideen zu machen, deren Vortheile wesentlich und anerkannt sind, muß nothwendig eine nähere Bekanntschaft mit jenen Ideen wünschenswerth erscheinen lassen, und dennoch wird sie durch den außerordentlich hohen Preis des Werkes sehr erschweret. Ich glaube daher, dem deutschen Ingenieur durch eine zweckmäßige Bearbeitung der Fortification perpendiculaire einen Dienst zu erzeigen, indem ich sie durch Hinwegschneidung der bloßen Streitigkeiten, der nicht zur Sache gehörigen Ausfälle und der vielen Wiederholungen, von Dreizehn auf Vier Bände herabsetze, und zugleich das Ganze in eine systematische Ordnung bringe, die man gegenwärtig ganz darinnen vermißt.

Diese Folgereihe der Gegenstände würde demnach

1) den Nutzen der Festungen im Angriffs- wie im Vertheidigungskriege mit des Marquis eignen Worten darstellen;

2) die Mängel der — seit Erfindung der Feuergeschütze aufgekommenen Befestigungsart mit Bollwerken zeigen, und

3) die Mittel angeben, ihnen zum Theil abzuhelfen, wo die **Runden Thürme mit Seitenvertheidigung** eine wichtige Stelle einnehmen. Sie wird dann

4) zu den eigenthümlichen Ideen des Marquis übergehen, der von ihm sogenannten **Befestigung mit rechtwinklicher Bestreichung**, deren Linien durch vorgelegte, fünfseitige Caponieren, Graben- und Seitenvertheidigung erhalten. Dabei wird zugleich

5) der runden Befestigung und der Umschließung der Städte mit bloßen Mauern erwähnet. In der natürlichen Ordnung kommen nun

6) Anordnungen zu einzelnen Forts und Vorwerken;

7) die Hafenbefestigung; und endlich

8) die Anwendung dieser Befestigungsart bei Feldwerken und bei Grenzvertheidigungen. Die dem Verfasser eigenthümliche Einrichtung der Schießscharten in bombenfesten Gewölben wird ad 3) beschrieben. Der

Anhang aber wird zur Darstellung der, von dem Marquis vorgeschlagenen (sehr zweckmäßigen) Kasemattenlaffetten, und ihrer Anwendung zum Feldgebrauch bestimmt.

Jeder Band wird etwa 24 Bogen stark, und 6 bis 10 Kupferplatten enthalten, und der Erste künftige Ostern erscheinen.

v. Hoyer,
Königlich Preußischer Ingenieur-Oberster.

Die unterzeichnete Buchhandlung hat den Verlag des oben angekündigten Werks übernommen, und wird bemüht seyn, für ein angemessenes Aeußere zu sorgen. Der Ladenpreis des Ganzen wird etwa 15 Rthlr. betragen. Der Vorausbezahlungspreis hingegen, welcher bis Ostern offen bleibt, ist Zwei Friedrichd'ors. Wer für 10 Exemplare die Vorausbezahlung einsendet, erhält das 11te unentgeltlich.

Berlin, im November 1817.

Die Realschulbuchhandlung.

R.

Radehaue (hoyeau) ist schon oben, Artikel **Erdhaue**, erwähnt; sie wiegt 3 bis 4 Pfund.

Rahmen der Minen (Cadres) ist der allgemeine Name des Holzwerkes, womit die Schächte und Minengänge ausgesetzet werden, um das Einrollen der Erde zu verhindern. Bei den **Minenschächten** (puits) sind diese Hölzer entweder rund oder vierkantig, 6 bis 8 Zoll breit, $2\frac{1}{2}$ bis 4" dick; bei den Gängen oder Gallerien unterscheiden sich die **Rähmen** in Kappen, Thürstöcke oder Ständer und Schwellen, deren Maaße schon oben gegeben worden sind. Das zu den **Rähmen** der Minengänge nöthige Holzwerk beträgt nach **Mouzé** (fortification souterraine) auf jede laufende Klafter von 6 Fuß

Art der Minengänge.	Namen und Zahl der Hölzer.	Länge jedes Stückes Fuß	Ganze Länge der Stücke Fuß	Stärke der Hölzer Linien
	2 Kappen	4	8	66 u. 79
Hauptgänge	2 Schwellen	4	8	53 — 66
3 Fuß breit	4 Thürstücke	6	$24\frac{5}{9}$	66 — 66
5 Fuß hoch	10 Schwartenpfähle	$3\frac{2}{3}$	$37\frac{1}{2}$	132 — 18
	14 Breter	$7\frac{1}{2}$	$104\frac{2}{3}$	132 — 15
	$1\frac{1}{2}$ Kappe	4	6	53 — 66
Nebengänge	$1\frac{1}{2}$ Schwelle	4	6	40 — 53
4 Fuß hoch	3 Thürstöcke	$4\frac{3}{4}$	$13\frac{5}{12}$	53 — 53
3 Fuß breit	$7\frac{1}{2}$ Schwartenpfähle	$4\frac{3}{4}$	$35\frac{1}{2}$	132 — 18
	$7\frac{1}{2}$ Breter	$8\frac{1}{3}$	$6\frac{1}{4}$	132 — 15
Minenast	$1\frac{1}{2}$ Kappe	3	$4\frac{7}{12}$	40 — 53
$2\frac{1}{2}$ Fuß hoch	3 Thürstöcke	3	$13\frac{6}{12}$	40 — 40
2 — breit	9 Breter	$8\frac{1}{3}$	$76\frac{5}{12}$	132 — 15
Holländisch.	7 Rähmenhölzer	2	$16\frac{1}{3}$	132 — 18
Minenast	7 Breter	$7\frac{1}{3}$	$53\frac{5}{12}$	132 — 15

Bei den Hauptgängen kommen auf jede 6 Fuß 2 Rähmen, bei den Nebengängen $1\frac{1}{2}$ Rähmen oder 3 auf die laufende Ruthe, und eben so bei den beiden letztern. S. Minenäste, Minengänge und Minenhölzer.

Rameau s. Minenäste.

Ramme oder Hoye (Sonnette), um bei dem Grundbau die Pfähle einzuschlagen, ist zum Theil von sehr zusammengesetzter Bauart; theils um das Aufziehen des Rammbären (mouton) zu erleichtern, theils um den Schlag des letztern auf den Kopf des Pfahles zu verstärken. Der — gewöhnlich eiserne Bär wird hier durch einen Haken gefaßt und vermittelst eines Schnellers losgemacht, wenn er bis auf die Höhe der Ramme gezogen ist. Letzteres geschiehet dann mit bedeutender Kraft-Ersparung mit einer senkrechten, oder horizontalen Winde, oder mit einem Trittrade. Es ist klar, daß man auf diese Weise einen weit schwerern Bären viel höher aufheben und dadurch den Pfahl auf jeden Schlag tiefer eintreiben kann, als es bei Anwendung bloßer Menschenkräfte möglich ist, die man, nach Belidor, nicht über 70 Pfund, nach Eytelwein aber nur 30 bis 40 Pfund auf jeden Mann anschlagen darf. Denn die Wirkung der Rammen stehet im umgekehrten Verhältniß der Zeit und der Anzahl Arbeiter, welche nöthig sind, einen Pfahl in den Erdboden zu treiben. Wenn demnach eines Theils mehr Zeit nöthig scheinet, um den schweren Rammklötz vermittelst einer Winde oder eines Rades zu heben, wird dieser Nachtheil durch die größere Schwere und durch die Höhe, von welcher er herunterfällt, hinreichend aufgewogen.

Die gewöhnlichen einfachen Rammen sind entweder dreischwellig oder vierschwellig. Die letztere stehet fester, und kann nicht sogleich durch einen Zufall umgeworfen werden; die dreischwellige hingegen läßt sich bequemer in engen Räumen und auf den Ecken eines Baues anbringen, daher sie auch gewöhnlich den Namen einer Winkelramme führt.

Die vierschwellige Ramme hat an ihrem untern Schwellenwerk (Tab. XVIII. Fig. 125. 126. 127.) die Vorderschwelle a; 2 Seitenschwellen c c, 2 Mittelschwellen d d und eine Hinterschwelle b. Dieses Holzwerk ist durch Zapfen und eiserne Ueberwürfe verbunden, damit es aus einander genommen und von einem Orte nach dem andern gebracht werden kann. Auf ihnen stehen die Vorderruthen e e, die Läufer f, und die beiden Hinterruthen h, in deren Bügeln sich die Winde drehet, um die Pfähle vor der Ramme aufziehn zu können. Ueber dem Läufer ist der Trietzkopf i, mit 2 Rollen, über welche das Windentau zu dem oben erwähnten Behuf läuft; im Läufer selbst befindet sich die

Rammscheibe, um den Bären oder Rammklotz auf- und abziehen zu können.

Die Rammscheibe ist aus einem harten Holze, gewöhnlich 18 Zoll im Durchmesser und gegen 3 Zoll dick, am besten aus mehreren Stücken zusammen gesetzt, denn die Erfahrung lehret: daß sie dann selbst länger dauert und auch das Tau nicht so schnell abnutzt. Aus den Grundsätzen der Mechanik folgt übrigens: daß hier, bei der einfachen Rolle, bei der an einer Seite die Kraft und an der andern die Last wirket, größere Rammscheiben die Arbeit bedeutend erleichtern; schon Belidor (Architect. hydraul. T. II. cap 6.) schlägt daher, anstatt der Rammscheibe ein 4 bis 5 Fuß großes Rad vor, und fast alle andere Baumeister, Perronet, Regemorte, Entelwein ꝛc. stimmen ihm darin bei. Das Gewicht der Rammbären ist verschieden: von 5 bis 18 Ctr. Sie sind gewöhnlich aus festem Holze, bisweilen auch von Gußeisen, und werden nach der oben gegebenen Bestimmung zu einem 6 Ctr. schweren Bären 16 Mann erfordert, 4 Zimmerleute, welche das Aufrichten der Ramme, das richtige Einsetzen der Pfähle ꝛc. besorgen.

Das Eintreiben der Pfähle geschiehet in Absätzen, oder sogenannten Hitzen, jede zu 20 bis 30 Schlägen, und werden diese Hitzen so lange wiederholet, bis der Pfahl kein Eindringen mehr zeiget. Der Bär wird von den Arbeitern rasch 5 bis 6 Fuß in die Höhe gezogen und gleichsam geschnellt, daß er alsdann durch augenblickliches Nachlassen des Taues auf den Pfahl herabfällt. Die künstlicher eingerichteten Rammen geben hier den Vortheil: daß ein schwererer Rammblock von wenig Menschen (4 bis 6 Mann) ungleich höher gezogen werden kann. Er wird dabei von einem am Taue befestigten Haken (Tab. XX. Fig. 253. gefaßt, den man — wenn der Bär aufgezogen ist — mit seinem obern Theile b abwärts ziehet, daß der untere Theil a den Ring des Bären verläßt, und dieser mit der Geschwindigkeit seiner natürlichen Schwere herunter fällt. Bei einer andern Art Kunstramme, deren Erfindung sich aus England herschreibt, wird der Haken des Bären von einer Zange (Fig. 254) gefaßt, deren beide Scheeren b oben durch eine Stahlfeder aus einander, unten aber zugleich zusammen gedrückt werden. Sobald der Bär die Höhe der Läufer erlangt, stoßen die Scheeren an 2 eiserne Stifte c, welche sie zusammen zwängen und sie nöthigen: mit ihrem untern Theile den Ring des Bären zu verlassen, und diesen herabfallen zu machen.

Um nun die Wirkung einiger Rammen gegen einander zu vergleichen, wird jene ein Maximum seyn, wenn zu dem Eintreiben eines Pfahles die wenigsten Menschen in der kürzesten Zeit nöthig sind. Die Tiefe des Eindringens bei jedem Schlage des Bären hängt aber ab: a) vom Gewicht des letztern; b) von

dem des Pfahles; c) von der Fallhöhe des Bären; und d) von der Festigkeit oder dem Zusammenhange des Bodens. Nimmt man den letztern für gleichförmig an, so verhält sich das Eindringen für gleiche Pfähle nahe wie die Quadrante der Geschwindigkeit der Bären, vermehret mit ihrem Gewicht; oder wie die Fallhöhen und Gewichte derselben, welches auch mit den von Gravesand darüber angestellten Versuchen übereinstimmt. Wenn demnach mit einer gewöhnlichen Ramme mit 20 Mann in 1 Minute 26 Schläge geschehen, kann die Kunstramme mit 6 Mann dagegen nur 2 bis 3 Schläge thun; folglich wird die letztere zwar mit größerer Kraft schlagen (in Hinsicht der sie sich zu jener wie 144:35 verhält) an der Zeit aber durch die Langsamkeit ihres Gebrauches verliehren. Man muß demnach bei Vergleichung der beiden Gattungen Rammen untersuchen: ob es mehr Vortheil bringt, an der Zeit oder an der Wirkung zu gewinnen? Angenommen: daß bei der einfachen Zugramme jeder Schlag des 700 Pfund schweren Bären bei 5′ Fallhöhe den Pfahl $\frac{1}{4}$ Zoll tief eintreibet; und der 1800 Pfund schwere, 8′ hoch fallende Klotz der Kunstramme ihn bei jedem Schlage $2\frac{8}{35}$ Zoll tief treiben, und jener wird in $9\frac{3}{13}$ Min., dieser aber in 17 Minuten, die erforderliche Tiefe von 10 Fuß erreichen. Man hat daher hier ungefähr noch einmal so viel Zeit nöthig, was bei Wasserbauten oft höchst nachtheilig werden kann, bei bloßem Roßwerke aber eine Ersparniß von $\frac{1}{3}$ des Tagelohnes erzeuget. Zu dem Einrammen der Pfähle in den Ecken dienen entweder die vorhin erwähnten, dreischwelligen oder Winkelrammen; oder man schneidet den obern Theil des Pfahles auf $\frac{1}{3}$ seiner Stärke, 3 Fuß lang aus, lascht und bolzt ein 9 Fuß langes Holzstück daran, an welchem sich oben die Rammscheibe befindet, so daß es dem Rammbären zum Laufer dienet.

Die mannichfache Einrichtung der Rammen findet sich in Belidors Archit. hydraul. 2. Bd. Leupold Theatr. machinar. Schüblers Zimmermannskunst, Fol. Haase Beschreibung von Rammmaschinen, 4to. Woltmanns Recherches sur l'effet du mouton, 8vo. Manger, Eytelwein u. a.

Rammklotz (mouton), siehe Ramme.

Rammscheibe, wird immer von hartem und festem Holz, 2 bis 4 Fuß im Durchmesser gefertiget, um die Reibung und den, von der Steifheit des Tauwerkes herkommenden Widerstand zu verringern. Metallene Rammscheiben haben den Nachtheil: daß sie das Tau zu sehr erhitzen und daher um so schneller abnutzen.

Rampe s. Auffahrt.

Rasen (gazon) dienet zu Bekleidung der Wälle und Brustwehren, und giebt diesen bei einer guten Beschaffenheit des Erdbodens eine größere Festigkeit, als das Plackwerk (w. u. i.). Die Verkleidung kann übrigens auf zweierlei Art geschehen: a) mit Deckrasen, oder b) mit Kopfrasen. Jene werden flach auf die Böschung geleget, und erhöhen daher die Festigkeit des Erdbanes nicht bedeutend; vermittelst der Kopfrasen hingegen kann die Böschung der Brustwehren bis auf 1 Fuß verringert werden. Die Ersten sind daher blos bei der flachen Abdachung der Dämme üblich, während die letztern allgemein bei dem Festungsbau ihre Anwendung finden.

Die Rasen sind 1 Fuß lang und breit, oder 18 Zoll lang und 1 Fuß breit, oder endlich 16 Zoll lang und 8 Zoll breit; alle aber 4½" dick. Für die einen, wie für die andern, wird eine Rinne in den Erdboden gegraben, deren Sohle winkelrecht auf der Böschung des Walles oder der Brustwehr stehet, und in welche die unterste Rasenschicht zu liegen kommt. Die zweite Schicht deckt die Zwischenräume der untern Rasen, deren jeder mit einem 8 bis 12 Zoll langen, 3 Linien starken Pflöckchen befestiget wird. Sind die Rasen nicht viereckig, sondern mehr lang als breit; wird jeder dritte Rasen, zu besserer Verbindung, als Strecker eingelegt; und wird die Verkleidung, wenn sie völlig fertig ist, mit einer Gießkanne angesprützt. Letzteres während der Arbeit zu verrichten, hat den Nachtheil: daß der Rasen bei dem Zusammensetzen des Walles aufreißt, und an diesen Stellen nicht so gut zusammenwächst.

Aus der Erfahrung ist bekannt: daß Ein Arbeiter täglich (oder in 8 Arbeitsstunden) 40 bis 46 Quadratfuß bekleiden kann; man kann demnach bei langen Linien leicht die zur Verkleidung erforderliche Anzahl Arbeiter bestimmen, die in Brigaden zu 3 Mann eingetheilet werden. Von diesen legt Einer die Rasen, und bekommt dazu einen Handschlägel und ein Faschinenmesser. Der Zweite langt die Rasen und Pfählchen zu, und hat ein Faschinenmesser. Der Dritte endlich schüttet Erde hinter die Verkleidung, und stampft sie vorsichtig fest. Er hat eine Schaufel und eine Handramme.

Das Ausstechen des Rasens, wenn er vermittelst eines Stichspatens oder Rasenpfluges abgetheilet worden, geschiehet vermittelst eines Spatens, und kann Ein Arbeiter ständlich 60 bis 90 Rasen ausheben. In festem Boden, dessen Rasen mit feinen Wurzeln sehr unter einander gewachsen ist, sind 2 Arbeiter zu dem Stechen anzustellen, deren einer die Spaten hält, der andere aber vermittelst einer, dichte über dem Eisen befestigten Schnur, das Losreißen des Rasens befördert. Wird der Rasen nach dem Bauplatz gebracht; kann Ein Arbeiter mit dem Kar-

ren 16 bis 18 Rasen stechen; 2 Mann 10 Stück tragen, oder ein zweispänniger Wagen 80 bis 100 Stücken fahren.

Zu einer Brustwehr-Böschung werden bei 4½ Fuß Höhe 84 Rasen auf jede laufende Klafter, zur äußern Böschung von 6 Fuß aber, 108 Rasen erfordert; denn man muß annehmen: daß die Dicke der Rasen durch das Stampfen sich bis auf 3 Zoll verringert.

Rasenpflug (Coupe gazon), ein 3 Zoll breites 8 bis 10" langes Messer mit einem hölzernen Handgriff, an dem ein 6 Fuß langes Seil mit einem Querholz befestiget wird, damit 2 Mann den Pflug ziehen können. Man siehet leicht: daß auf diese Art die Abtheilung der Rasen leichter und schneller geschiehet, als mit dem bloßen Stichspaten.

Rasenspaten S. Stichspaten.

Rauchfänge in den Kasematten (Cheminées), um den Rauch des Geschützes abzuführen, sind gewöhnlich hinter letzterm angebracht. Sie haben dann unten einen Kamin, um in demselben Feuer anmachen und dadurch den Luftzug verstärken zu können. Dem stehet jedoch entgegen: daß man diese Rauchfänge nicht oben über den Wall herausführen darf, und daß sie folglich ihren Zweck nicht erfüllen, weil die, sich in den Winkeln der Brustwehren stoßende Luft den Rauch — sowohl des Feuers als des Geschützes — nicht heraus läßt. In den hinten offenen Kasematten sind sie ganz entbehrlich; diese haben Luftzug genug, um allen Rauch der Geschütze sogleich fort zu treiben. Bei den unter dem Walle hinlaufenden Gewölben hingegen, die hinten keine, oder doch nur wenige Oeffnungen haben, sind Rauchfänge durchaus nothwendig. Sie müssen aber vorne, nach der Stirn des Gewölbes zu angebracht werden, um den, durch die Schießscharte herein strömenden Rauch aufzunehmen und abzuführen. Ihre obere, durch den Wallgang hinaus gehende Oeffnung muß, zur Sicherheit gegen das Hineinstürzen, mit einem gemauerten Rande versehen und während der Belagerung gegen die Bomben mit Holz verblendet werden.

Muß man aus Gründen dennoch den Rauchfang zurück legen; kann durch eine zweckmäßige Einrichtung des Gewölbschlusses dennoch der Abzug des Rauches befördert werden, wenn man den Schluß hinterwärts um 3 bis 3½ Fuß ansteigen läßt, den Rauchfang unten weit genug öffnet und trichterförmig aufwärts führet.

Die schmalen und niedrigen Vertheidigungsgänge, für das Kleingewehr bestimmt, sind den Beschwerden des Rauches noch mehr unterworfen, als die Geschützkeller. Sie müssen daher

ebenfalls mit Rauchfängen versehen, und diese zugleich so eingerichtet werden: daß man durch sie Haubitzgranaten auf den vielleicht eingedrungenen Feind hinab werfen kann, wie es bei der Vertheidigung von Luxemburg mit vielem Erfolg geschahe.

Räumer (Curette) ein kupferner krummgebogener Löffel des Minirers mit einem schwachen, 36 Zoll langen Griff, um beim Steinsprengen des Bohrloch von dem Steinmehl und Graß zu reinigen.

Räumnadel des Minirers (Epinglette) ist von Messing (oder von Eisen und unten mit Kupfer angeschuht) 9 bis 36 Zoll lang und ½ Linie stark, oben ringförmig umgebogen, um sie besser anfassen zu können. Ihre Anwendung findet sich weiter unten (S. Schuß des Minirers).

Ravelin (Demi lune) ward als ein kleines halbmondförmiges Werk bei den alten italienischen Festungen, zu Beschützung des Thores vor die Mitte der langen Courtine gelegt, daher es auch seinen französischen Namen hat. Späterhin bestimmte man es mit zur Seitenbestreichung der Façen, und setzte es zu dem Ende aus 2 geraden Linien zusammen, doch ohne es für seinen Zweck hinreichend zu vergrößern. Denn suchet man den Punkt h. Fig. 246 Tab. XIX., wo die Contrescarpe von der verlängerten Flanke durchschnitten wird, bestimmt sich dadurch die Halbe Kehle des Ravelins, um die Flanke zu decken, doch ohne sie zu verdecken, indem sie bei E einen ausspringenden Winkel bilden. Da nun jede Bestreichung den Grundsätzen der Kriegsbaukunst zufolge, rechtwinklich seyn soll; müßten auch die Façen des Ravelins auf den Streichlinien senkrecht stehen, wenn dem nicht andere Bedingungen entgegen ständen: daß die Kehle des Ravelins zu enge und sein vorspringender Winkel zu spitz werden würde, welches beides der guten Vertheidigung entgegen ist. (Siehe Ausspringende Winkel.)

Um der rechtwinklichen Bestreichung näher zu kommen, setzten die ältern Baumeister die verlängerten Façen ihrer Raveline — die sie gewöhnlich 15 Ruthen lang machten — 4 bis 5 Ruthen von dem Flankenwinkel C einwärts, F. Fig. 246; dann ließen sie dieselben mit jenem selbst zusammentreffen, und gaben ihnen 20 Ruthen zur Länge, bis endlich Pagan sie bis auf den Schulterpunkt B herausrückte. Früher hatten einige verlangt: daß der Ravelins- und der Bollwerkswinkel gleich seyn sollten. Dies kann jedoch nur dann statt finden, wenn letzterer die Hälfte des Polygonwinkels ist, und Durange hat schon diese Bedingung als unnütz erwiesen, wohl aber ist die Größe des Ravelinwinkels fast allgemein auf 60° gesetzt worden. Nur

Coehorn wich davon ab, um ein größeres Ravelin zu bekommen; er ließ die $27\frac{1}{2}$ Ruthen langen Facen desselben unter einem Winkel von 70° zusammen stoßen.

Andere nothwendige Bedingungen des Ravelins sind: a) daß sein Graben, sein Wallgang und sein innerer Raum völlig bestrichen werden kann. Diese Absicht wird theils durch die Bollwerksfacen und durch die vor denselben liegende Faussebray, theils durch die Grabenscheere und das Reduit erreicht. b) Daß es eine zweckmäßige Vertheidigung der Contrescarpe gewähre, zugleich aber c) den bedeckten Weg und das Feld vor den Bollwerksspitzen überhöhet und vor letzteren ein kreuzendes Feuer. Hierzu würde ein doppelter, hoher und niederer Wall auf den Ravelinsfacen dienen. Letzterer ist daher auch von Sturm, Heer, Coehorn u. a. empfohlen worden. d) Es muß die Flanken und die Kourtine völlig gegen die feindlichen Schüsse sichern. Diesem Zweck widerspricht die von Vauban dem Ravelin gegebene Einrichtung: denn die 8 bis 9 Toisen großen Flanken desselben erzeugen vor dem Schulterpunkte eine Oeffnung, Fig. 1. Tab. I., durch welche der Feind ungehindert die Courtine und die Bollwerksflanken beschießen und den Abschnitt im Bollwerke unhaltbar machen kann. Er suchte zwar diesem Nachtheil dadurch abzuhelfen: daß er die Ravelinfacen erst 5, dann 10, und endlich 15 Toisen von dem Schulterpunkte B, Fig. 246 Tab. XIX. vorwärts rückte; denn er glaubte durch die Flanken des Ravelins den Feind zu Eroberung desselben zu nöthigen; allein die Erfahrung hat das Gegentheil gezeiget. Andere haben das Ravelin nach Busca's Beispiel (s. dies Wort) mit Ohren versehen, und die Flanken hinter diese zurück gezogen, H und I, Fig. 2, Tab. I; allein, der dadurch herbei geführte größere Aufwand verschafft dennoch weder Schutz noch bessere Vertheidigung. Cormontaigne und seine Nachfolger haben daher zwar die vorerwähnte Construction des Ravelins beibehalten und seine Facen 90 Fuß vor den Schulterpunkt auf die Bollwerksface fallen lassen; haben ihm aber keine Flanken gegeben. Die Capitale ist 60 Toisen lang; der Graben des Ravelins ist 10 Toisen, und 18 Toisen hinter demselben liegt die Contrescarpe des 6 Toisen breiten Grabens vor dem Reduit, (s. dies Wort.)

Vauban und Cormontaigne haben zwar den Capitalen ihrer Raveline nie über 60 Toisen Länge gegeben, weil sie sich dem, damals noch herrschenden Vorurtheil fügen mußten. Allein, gegenwärtig darf man sich kein Bedenken machen, die Capitale um so viel zu verlängern, als es die Umstände gestatten, um dadurch die Deckung der Bollwerksfacen gegen die feindlichen Rikoschetschüsse zu bewirken, wie schon oben (Artik. Bollwerk. 1. Thl. S. 161. Fig. 50.) gezeiget worden; und zugleich mit den Bollwerken die Vortheile des zangenförmigen

Umrisses zu verbinden. Je weiter nämlich die Raveline ihre Spitzen in das Feld vorstrecken, um so viel weichen die Bollwerkspitzen zurück und bilden zuletzt eingehende Winkel, vor denen die Raveline, als ein äußerer *Mantel* liegen. Es ist zwar klar, daß die Verlängerung der Capitale des Ravelins ein Maximum wird, wenn ihre Façen der Kehle gleich sind, vorausgesetzt: daß der ausspringende Winkel nicht kleiner als 60° werden darf. Da man jedoch sich durch Abstumpfen dieses Winkels helfen kann, wenn er durch die Verlängerung der Façen zu spitz werden sollte; entstehet auch kein Nachtheil, wenn man den ausspringenden Winkel bis auf 54 oder selbst 50° herabsetzt, wie schon *Landsberg* und nach ihm *Virgin* gethan haben. Die Vortheile, welche ein solcher Umriß mit sehr offnen Polygonwinkeln gewähret, sind schon oben (Artik. *Ausspringende Winkel* und *Polygon* näher erläutert worden, dem zufolge *St. Paul* als allgemein gültigen Grundsatz aufstellt: *daß die Vertheidigungsfähigkeit einer Festung mit der Oeffnung der Polygonwinkel wächst, und um so stärker wird, je weiter die Raveline in das Feld vorspringen.* Dadurch wird aber zugleich den Tenaillenwerken der Vorzug über die gewöhnlichen bastionirten Umrisse zugestanden, weil jene diesen Vortheil von selbst darbieten.

Bei neuen Constructionen scheint es daher angemessen: nach des Prof. *Dobenheims* Vorschlage mit dem Ravelin den Anfang zu machen, und dasselbe als ein gleichseitiges (oder auch nur gleichschenkliches) Dreieck auf die Polygonseite zu setzen, so daß die Feuerlinien seiner Façen 27 Ruthen von den Enden der letztern einwärts fallen. Um hinreichenden Raum auf dem Wallgange des Ravelins zu haben, liegen 33 und 99 Fuß hinter diesen Linien, die Contrescarpe und die Feuerlinie des *Reduits.*

Weil nämlich der Belagerer, sobald er sich vor den Spitzen der Bollwerke festgesetzt hat, den ganzen Hauptgraben einsiehet, und dadurch der Besatzung des Ravelins die Verbindung mit der Festung abschneidet, wird jene sich immer durch einen zu frühen Rückzug zu retten suchen; wenn dieser nicht durch einen *Zufluchtsort* im Innern des Ravelins gesichert ist. *Vauban* legte deshalb in die *Kehlen* (s. oben) der Raveline gemauerte *Reduis* an, von etwa 2 Fuß Stärke, und so hoch: daß die aus den feindlichen Logement auf den Wallgang des Ravelins kommenden Flintenschüsse wenigstens 6 Fuß hoch über den hintern Rad der Kehle hinweg gehen. Die Mauer ist mit Schußspalten versehen und durch einen 15 Fuß breiten, 6 Fuß tiefen, gemauerten Graben gegen den Sturm geschützt. Das *Reduit* hatte die Form des Ravelins, mit 72, 90 bis 120 Fuß langen Façen und 30 bis 36 Fuß langen Flanken. Hier befinden sich, durch die Courtine bestrichen, die Thore und Brücken über den

Graben. So schwach auch dieser Zufluchtsort scheinen mag, kann er doch nur von einzelnen Rikoschetkugeln getroffen werden, und bleibt in hinreichend gutem Stande: der Besatzung des Ravelins fürs Erste zum Rückzug und zum Aufenthalt bis zur nächsten Nacht zu dienen. Der Feind kann sie hier nicht anders angreifen, als vermittelst eines herangebrachten Geschützes oder durch die Minen, und beides erfordert Zeit.

In der Folge machte Vauban das Ravelin und folglich auch das Reduit größer; gab diesem zu Neu-Breisach 120' zur Face, 48' zur Flanke, mit einem 36 Fuß breiten Graben und einer Erdbrustwehr. Es kann nun die Sturmlücke im Ravelin durch sein nahes Feuer vertheidigen und dem Feinde das Festsetzen in jenem sehr erschweren. Seine Flanke y z, Tab. XII. Fig. 128, siehet der Bresche im Bollwerke in den Rücken, und der Belagerer muß sich nothwendig des Reduits bemeistern, um den Uebergang über den Hauptgraben zu unternehmen, weil jene Flanke nicht von der Breschbatterie vor der Bollwerkespitze getroffen werden kann. Die Facen des Reduits müssen übrigens, zu reiner Bestreichung seines Grabens, immer auf den innern Schulterpunkt der Brustwehr zulaufen. Seine Flanken werden 51 bis 54 Fuß lang mit der Capitale parallel gezogen, damit sie 3 Geschütze fassen können. Wird nun der vorspringende Winkel des Ravelins, und folglich auch des Reduits zu 60° angenommen, findet man die Entfernung von der Kehllinie bis zu dem Schulterpunkte, oder die Hypothenuse dieses Drucks

Log. Sin. 18... + Log. 54' = 11.7323938
Log. 60° = 9.9375306

1.7948622, wenn die Zahl 62,34 Fuß ist. Man bekommt daraus für die Grundfläche, oder für den kleinen Katheter des rechtwinklichen Dreiecks 3887 — 2916 = 971, woraus die Quadratwurzel 31,17 ist. Die Kehle des Reduits bekommt man durch 2 Linien, welche vor den Bollwerkespitzen nach den Durchschnittspunkten der Contrescarpen der Bollwerke und des Reduits gezogene Linie, und der Graben des letztern eines von 2 Halben Caponieren y, Tab. XII. Fig. 128, bestrichen.

Das auf diese Art eingerichtete Reduit ist geräumig genug, die ganze Besatzung des Ravelins aufzunehmen, während das auf seinen Flanken stehende Geschütz seine Eroberung den Belagerer zur unerläßlichen Bedingung macht. Dieser muß zu dem Ende eine Batterie N, Tab. IV, Fig. 34, auf den Wallgang des Ravelins legen, wozu er hier keinen Raum findet, wenn er nicht die ganze, noch stehende Brustwehr von vorn nach hinten treibet, eine Arbeit, die unter dem so nahen Feuer der Bollwerksfacen äußerst schwierig und gefahrvoll ist. Die Abschnitte (s. dies Wort) auf dem Wallgange des Ravelins R, Tab. I,

Fig. 3. endlich, geben Gelegenheit, diesen Raum dem Feinde Fuß für Fuß streitig zu machen.

Wie auf den Bollwerken, befindet sich auch hier im ausspringenden Winkel eine Bankbatterie K, Tab. XII, Fig. 128, zu Bestreichung der Capitale. Die Verbindungsanstalten sind schon oben (s. Art. Graben) beschrieben worden.

Bei allen Vorzügen der weit vorspringenden Raveline, mit der eben erwähnten Einrichtung, bleiben ihnen doch zwei wesentliche Mängel: 1) daß der Feind von der Batterie vor dem Ravelin, durch die Oeffnung seines Grabens, ungehindert die Bollwerksfaçe brechen kann; und dann 2), daß die Façen des Ravelins durch die Schleuderschüsse unhaltbar gemacht werden, und daß wenig Bomben hinreichen: den Belagerten aus dem Reduit zu vertreiben. Gegen beides sind zwar mehrere und zum Theil nicht unzweckmäßige Mittel vorgeschlagen, bis jetzt aber nur wenig oder gar nicht angewendet werden. A, B und C haben vorzüglich zu Rückschüssen bestimmte, doppelte Flankenkasematten, zu 4 oder 5 Geschützen eingerichtet, und ein gemauertes Reduit D, das durch einen trockenen Graben abgesondert wird. Die Hauptabsicht dieser Einrichtung ist: ein verborgenes Rückenfeuer in den Hauptgraben und die Sturmlücke vom Hauptwalle zu geben; so daß der Feind gegen die letztern nichts unternehmen kann, bevor er sich nicht zweier Raveline und ihrer Reduits bemeistert hat. In der Anwendung auf die Befestigung des Vierecks, verbunden mit Virgins Grabenscheeren und Hornwerken von besonderer Form (la Defense des places mise en Equilibre etc. p. 233) leistet dieses Ravelin noch wichtigere Dienste. Dieser Umriß häufet jedoch so viel besondere Werke vor einander auf, daß er schon deshalb — wäre er auch des trefflichsten Widerstands fähig, — keine Anwendung finden kann.

Um die Courtine, und mit ihr zugleich die Façen der Bollwerke zu decken; macht Virgin ein andermal jede Façe des sehr stumpfen Ravelins Fig. 260, das wie alle seine Entwürfe bonnetiret ist, A, einen doppelten Wallgang hat, B und C, 45 Ruthen lang, die Façen des Reduits aber 24 Ruthen. Letzteres wird durch einen trocknen Graben von dem Ravelin abgesondert und giebt, wie jener, zu Rückenfeuer Gelegenheit.

Da man mit vollem Rechte annehmen kann: daß der Feind jedes große Ravelin mit seinem Reduit erobert haben muß, wenn er etwas gegen den Hauptwall unternehmen will, ist es auch billig: das Ravelin mit möglichster Umsicht anzuordnen. Sobald sich keine Contregarden an der Festung befinden ist der gemeinschaftliche Fehler aller Raveline: daß der Belagerer durch die Oeffnung ihrer Gräben die Façe des Bollwerks brechen kann. Mouzé verschließt deshalb den Graben des Ravelins durch ein — mit dem Reduit des Waffenplatzes zusammenhängendes Werk,

G; und den Graben des Reduits C durch ein anderes Werk F, das nach beiden Gräben Gewölbe mit Schußspalten hat, p und q, und von dem niedern Theile des Ravelins B. Fig. 261, durch einen 15′ breiten Graben geschieden wird. Die Futtermauer ist in letzterem nach dem Ravelingraben hinaus mit Schießlöchern durchbrochen, um jenen von hier sowohl als aus dem Gewölbe p und dem unter dem Waffenplatze liegenden m, mit kleinem Gewehr bestreichen zu können. Ein anderes Gewölbe x ist zu dem Aufenthalt der Bereitschaft bestimmt, welche die Arbeiten des Belagerers durch kleine Ausfälle beunruhiget. Die Gewölbe r unter den Schultern des Reduits D gemeinschaftlich mit dem vorerwähnten q bestreichen den Graben desselben; während die Gewölbe s in Hinsicht des Grabens vor dem Abschnitt E eine gleiche Bestimmung haben. Mouzé glaubt so den Widerstand des Ravelins bis beinahe ins Unendliche zu verlängern, und sich selbst nach dem Verluste des Reduits D und seines Abschnittes E in den Gewölben p, q des kleinen Werkes F behaupten zu können, das rückwärts in den Hauptgraben ausgehet.

Da sich bei der Herstellung alter Festungen öfters lange Courtinen ohne alle Raveline finden, giebt es zwei Mittel, sich dieses unentbehrliche Vertheidigungswerk zu verschaffen: 1.) daß man aus dem Hauptgraben vorgehet, um den Ravelingraben zu bekommen, und um das Ravelin selbst nach einem beliebigen System auf die vorher beschriebene Weise anordnet; oder 2.) daß man sich begnüget, eine große, durch ein Reduit verstärkte Brille auf die Contrescarpe zu legen, die weit genug in das Feld vorspringt, um alle Vortheile des großen Ravelins bei offenen Polygonwinkeln zu gewähren. Man kann hier die Linie des bedeckten Weges a p auf die Feuerlinie des Bollwerkes, d. h. 18 bis 20′ hinter die Spitze des letztern fallen lassen; vorausgesetzt: daß die Polygonseite nicht zu lang ist, wodurch die Brille allzugroß werden und einen zu stumpfen Winkel bekommen würde. Unerläßlich ist es: die Schultern des Bollwerkes durch die Brille völlig zu decken und die verlängerte Façe ihres Reduits e, Tab. XX. Fig. 262 nicht innerhalb jener treffen zu lassen. Wird letzteres mehr als ein Abschnitt angesehen, in dessen Kehle als letzter Zufluchtsort noch ein Blockhaus D kommt (wie Belair will), giebt man dem Reduit ebenfalls 18 Fuß Brustwehrendicke, und bekommt dadurch 3 bis 4 Ruthen Breite des bedeckten Weges,

5	—	— — Grabens,
$1\frac{1}{2}$ — 2	—	Stärke der Brustwehr,
$2\frac{1}{2}$	—	Breite des Wallganges,
5	—	— — Grabens, NB
$1\frac{1}{2}$	—	Stärke der Brustwehren,
10	—	inneren Raum des Reduits C.

Es ist vortheilhaft: nach Belairs Rath, die Façen des Reduits auf, oder 2 Ruthen vor den Schulterpunkt des Bollwerkes zu setzen, und ihm nun einen stumpfern Winkel zu geben. Es würde dadurch gegen die, in der Richtung der Hauptfaçe c E streichenden Schüsse geschützt. Wäre demnach der vorspringende Winkel des Ravelins oder der Brille 54° bis 60°; wurde der Winkel des Reduits 75° bis 80° werden müssen.

Die Gräben und Wälle der Brille, wie ihres Reduits endigen sich in A und F auf der Linie des Glaçis, damit der Feind nicht durch die Oeffnung dieser Gräben des Bollwerks brechen kann. Diese stehenden Erdkeile A und F können auch hohl gemacht und zur Grabenvertheidigung mit Schießlöchern eingerichtet werden. Sie müssen in diesem Falle aber einen Aufwurf vor sich haben, der bis an jene reicht, und den Hohlbau gegen die Rikoschetkugeln sichert. Der innere Raum der Brille und des Reduits wird durch Traversen gedeckt, m; die hinter die Brustwehr geleget sind und um die der Eingang herum gehet. S. Lünetten. Die Wallhöhe des Ravelins ist schon oben (Höhe und Profile.) angezeigt.

Rayon s. Halbmesser.

Redans s. Sägenwerke.

Reduits. Zufluchtsörter, sind immer kleine, in größeren liegende Werke, zu dem Rückzuge der Besatzung, oder auch wohl — bei einer dazu zweckmäßigen Einrichtung — zur Vertheidigung der Sturmlücke bestimmt. Man findet sie daher

a.) Im Ravelin, w. n. i.

b.) In den Redaten und Vorwerken, als Blockhäuser oder Thürme.

c.) In den Waffenplätzen der eingehenden Winkel des bedeckten Weges, wo sie unter den zugehörigen Worten mit beschrieben werden.

d.) In großen Festungen, wo sie gewöhnlich einen Theil des Umfanges ausmachen, und wenn eine Citadelle vorhanden ist, auf der, ihr entgegengesetzten Seite liegen. Sie werden hier durch ein Bollwerk rc. gebildet, das in seiner Kehle abgeschnitten und rückwärts befestiget ist. S. Fort.

Redute (Redoute), eine ringsum geschlossene Feldschanze von runder, vier- oder mehrseitiger Form, die zu Deckung einzelner Punkte, als vorliegendes Werk, zu Unterstützung der Parallelen rc. angewendet wird, und in ihrer ursprünglichen einfachen Gestalt blos der Feldverschanzungskunst angehöret. Hier ist ihre Vertheidigungsfähigkeit nicht sehr groß; denn wenige

Bomben sind hinreichend, die Besatzung zu vertreiben. Selbst dann, wenn die Umstände keine permanenten Anlagen außerhalb einer Festung gestatten, sollte man doch nie unterlassen: den Vertheidigungsraum bombenfest mit Holz und Erde zu bedecken; d. h. hölzerne Blockhäuser (redoutes en bois) zu erbauen, wie es Müller (Verschanzungskunst auf Winterpostirungen) lehret. (S. Caponieren.)

Sollen die vier- oder fünfseitigen Reduten als Vorwerke dienen, läßt man sie bisweilen in der Kehle offen. Sie bekommen nach Noizet de St. Paul 90 bis 120 Fuß zur vorderen Linie und 60 bis 72 Fuß auf den Seiten, damit sie 100 Mann und ein paar Geschütze aufnehmen können. Ihr Wallgang n, Fig. 235. 236. Tab. XVIII. ist 24 Fuß breit, mit einer gewölbten und mit Schießlöchern durchbrochenen Caponiere a dahinter, die der Besatzung als Wachthaus dienet, und mit ihrem Schluß c nicht über den Kamm der Brustwehr b hervorragen darf. Im untern Theile d und e wird die Munition aufbewahret. Von da führet eine Treppe i nach dem obern Stock f, der zum Aufenthalte der Soldaten dienet. Hat die Redute einen hinreichend tiefen Wassergraben K, oder ist sie von einer Ueberschwemmung, Morast u. dgl. eingeschlossen; bedarf es keiner Mauerverkleidung der Escarpe g h. Wohl aber ist es nützlich, sie mit einem Mantel zu umgeben, der die feindlichen Fahrzeuge hindert, heranzukommen, und zu dem Ende mit einzelnen Schützen besetzt werden kann. Findet sich im Gegentheil kein völlig impraktikables Terrain; sondern kann der Feind herankommen, ist eine — wenn auch nur schwache — 12 Fuß hohe Futtermauer unentbehrlich, die jedoch durch einen Mantel oder hohes Glacis völlig gegen die feindlichen Stückschüsse gedeckt ist. Bleibt die Redute hinterwärts offen, wird sie durch eine schwache Mauer r mit Schießlöchern und einer Thüre s geschlossen. Sie bekommt zugleich hier einen Ausschnitt p, der den ankommenden Fahrzeugen als Hafen dienet, wenn das Werk völlig im Wasser liegt. Obgleich hier die Truppen und das Geschütz sich gegen die feindlichen Bomben verbergen können; sind dergleichen kleine, von der Festung entfernte Werke doch keines langen Widerstandes fähig, wenn sie von jener nicht nachdrücklich unterstützt, und von dem Feinde mit überlegener Artillerie angegriffen werden können. Die Erfahrung hat gelehret: daß ein solches kleines Werk von 18 Kanonen durch ein dreistündiges Feuer völlig zerstöhret werden konnte. Nur Thürme, fähig, dem Feinde ein beinahe gleich starkes Feuer entgegen zu setzen, sind hier dem Zweck angemessen, wenn anders die Baukosten derselben mit ihm in einem schicklichen Verhältniß stehen. S. Thürme und Vorwerke.

Regelmäßige Befestigung (fortification regulaire), ist diejenige, die gleichnamigen Seiten und Winkel jedes Polygons sowohl als der ganzen Figur einander gleich und ähnlich sind. Sie setzt allezeit ein freies und durch Nichts abgeschnittenes Terrain voraus, um den ganzen Umriß des Vielecks nach allen Seiten gleichförmig abstecken zu können. Da man jedoch nur selten eine solche durchaus ebene Gegend auswählen kann, weil die Anlage der Festungen durch andere strategische Gründe bestimmt wird; so folgt: daß der größere Theil des Umrisses sich nach dem Terrain formen muß und dadurch gewöhnlich **unregelmäßig** wird. Selbst da, wo die Beschaffenheit der Lage einen, an sich, regelmäßigen Umriß verstattet, und wo daher derselbe es auch in seinen Theilen ist, hat schon **Cormontaigne** die mehr lange als breite Form dem vollen Kreise vorgezogen, um sich den Vortheil gerader Fronten zu verschaffen. Es fällt in die Augen: daß eine so geordnete Festung nicht durchaus gleiche und ähnliche Bollwerke haben kann; sondern daß diese auf den Ecken spitz und enger ausfallen müssen, als da, wo sie auf einer geraden Linie liegen, und daher so stumpf gemacht werden können, als man will. S. **Umriß**.

Reinigung der Festungsgräben wird von Zeit zu Zeit nothwendig, sobald jene fortdauernd mit Wasser angefüllt sind, weil alles Wasser bekanntlich mit einer größeren oder kleineren Menge Erdtheilchen vermischt ist, die es, stille stehend, absetzt. Die Reinigung wird dann durch Ausbaggern, oder — wenn der Graben aus einem höher stehenden, fließenden Wasser gespeiset wird — durch zweckmäßig eingerichtete **Spühlschleußen** (s. dies Wort) bewirket werden. Sie muß jedoch in letzterem Falle sehr oft wiederholet werden, damit der Schlamm nicht Zeit hat, sich auf der Grabensohle fest zu lagern.

Reins de voute. s. **Satzmauern.**

Rekognosziren der Festungen geschieht in offensiver und in defensiver Hinsicht. Ersteres sowohl um den eigentlichen Angriffspunkt, als die Art des Angriffes selbst festzusetzen, muß unmittelbar nach der Einschließung geschehen; weil in diesem Augenblick der Ingenieur, während der kleinen Kavalleriegefechte, der Festung ziemlich nahe kommen kann. Die Erste Rekognoszirung beziehet sich vorzüglich auf die Anordnung der die Festung einschließenden Posten und auf die Wahl des Angriffspunktes (s. dies Wort) von dem die Lage des Artillerieparks und des Materialiendepots abhängt. Gar sehr wird diese Operation dadurch erleichtert, daß man sich einen — wenn auch nicht sehr genauen, doch richtigen — Plan der Festung und ihrer Umgegend zu ver-

schaffen sucht. Von diesem Plan geleitet, kann man schon vorläufig den zu führenden Angriff entwerfen, und sich dann durch die eigne Ansicht um so besser von der Zweckmäßigkeit und Ausführbarkeit des gemachten Entwurfes unterrichten. Man hüte sich jedoch, alten Planen von einer Festung zu viel Zutrauen zu schenken! Die Erfahrung hat gelehret: daß öfters in der Zwischenzeit der Verfertigung des Planes und der Belagerung bedeutende Veränderungen an den Festungswerken gemacht wurden; ja, daß diese vielleicht eine, von der vorigen ganz verschiedene, Form erhielten, und dadurch die Belagerer zu, ihnen sehr nachtheiligen, Fehlgriffen verleiteten; wie bei Bergen op Zoom, 1747, wo man eine Brille, ein Ravelin und ein vorliegendes Werk für ein großes, längst nicht mehr vorhandenes Hornwerk ansahe.

Seitdem man angefangen hat: die Futtermauern der Wälle niedriger zu machen; und seitdem man keine Schilderhäuser mehr auf den ausspringenden Winkeln des Hauptwalles anbringt; ist es schwieriger, die Lage der Façen und Flanken zu beurtheilen. Hier ist der Augenblick des Unterganges der Sonne sehr günstig, den Rekognoszirenden bei seinem Geschäfte durch die verschiedene Beleuchtung der Flächen zu leiten. Der verzierte Bogen eines Thores, oder ein, auf letzterem stehendes Gebäude, ein Schlagbaum, die Wippen einer Zugbrücke, auf den Wallgang gepflanzte Bäume, geben öfters nützliche Punkte, um daraus mit Zuverlässigkeit auf die gegenseitige Lage der übrigen Theile zu schließen. Von zwei entschlossenen Jägern begleitet, die 100 bis 200 Schritt hinter ihm bleiben und sich durch die vorhandenen Gegenstände: Bäume, Sträucher, alte Mauern der abgetragenen Vorstädte xc. möglichst verbergen, wird ein einzelner Ingenieur öfters, ja fast immer, nahe genug an den bedeckten Weg heran gehen können, um die Lage und Einrichtung der Werke richtig zu beurtheilen. Bisweilen finden sich auch unterrichtete Leute in der Nähe einer Festung, die, obgleich nicht selbst Soldaten, dennoch von der Beschaffenheit der Werke genügende Auskunft zu geben wissen. Bei der vorerwähnten Belagerung von Bergen op Zoom, beschrieb ein angesehener Mann, der lange in der Festung gewohnt hatte, die Länge und Höhe der Bollwerksfaçen, die Größe der doppelten Flanken, die Zahl der Schießscharten, die Beschaffenheit der Aussenwerke, die Brillen in den Waffenplätzen der eingehenden Winkel mit ihren Reduits, die Breite des bedeckten Weges, die Traversen in demselben und die Minengänge xc. einem französischen Ingen. Offizier so genau, daß dieser einen Belagerungsplan daraus verfertigen konnte. Ein Beweis von den Nachtheilen des Umherschleichens scheinbar gleichgültiger Leute auf den Wällen einer Festung!

Eine andere Art Rekognoszirungen feindlicher Festungen, oder

oder vielmehr der — für den Augenblick noch nicht feindlichen — Nachbarstaaten wird durch verkleidete Ingenieure im Frieden ausgeführet. Sie halten sich zu dem Ende einige Zeit in der Festung auf, deren Eigenthümlichkeiten in Hinsicht ihrer Lage und Stärke sie durch Spazierengehen und Reiten leicht auffinden werden. Hütet der Beobachtende sich, außerhalb seines Zimmers etwas aufzuschreiben oder zu zeichnen; wird er auch nicht leicht Argwohn erregen oder irgend einige Gefahr laufen. Ein scharfes, geübtes Auge, und ein gutes, treues Gedächtniß sind unerläßliche Bedingungen bei einem solchen Auftrage. Die Dinge, von welchen man sich dem zufolge möglichst genau unterrichten muß, sind:

a) Beschaffenheit der Festungswerke nach ihrer Gestalt und Wallhöhe. Ob die Futtermauern von Bruch- oder Ziegelsteinen, gut unterhalten oder in schlechtem Zustande sind? Ihre Höhe und Stärke; die Tiefe der Gräben, ob sie trocken oder naß sind, und vielleicht einen sumpfigen Grund haben, oder unerwartet mit Wasser angelassen werden können? Die Zahl und Beschaffenheit der Stadtthore, ihrer Zugbrücken und anderer Versperrungs- oder Vertheidigungsmittel, die innerhalb der Festung befindlichen Zufluchtsorte, Dongeons, oder auch wohl nur sich dazu eignende feste Gebäude, endlich die, vielleicht vorhandene Citadelle, sind ebenfalls der größten Aufmerksamkeit werth.

b) In fortificatorischer Hinsicht folgt auf die Festung ihre Umgegend; welche Vortheile sie dem Angriffe darbietet, oder welche Schwierigkeiten ihm ihre Beschaffenheit entgegensetzt. Die schon vorhandenen oder leicht anzuordnenden Annäherungshindernisse müssen bemerkt, und die Mittel aufgesucht werden: sie zu umgehen oder zu besiegen. Die Nähe und Beschaffenheit der etwanigen Vorstädte, die Entfernung der umherliegenden Dörfer, Meiereien, Mühlen, Gebüsche sind zu untersuchen. Sie bieten vielleicht bequeme Gelegenheit zu einem Versteck, und vielleicht zu einer Uebertumpelung der Festung dar; oder können bei einer förmlichen Belagerung den Laufgräben zu Anlehnungspunkten dienen.

c) Hierauf folgen die strategischen Beziehungen, in welchen die Festung vermöge ihrer Lage, ihrer Größe und der in ihr enthaltenen Hülfsmittel zu den möglichen oder wahrscheinlichen Operationen des Heeres stehet. Ihre Lage in Beziehung auf die, durch- oder vorbeigehenden, Landstraßen, einem vorbeifließenden Strom und die zunächst liegenden andern Festungen. In wiefern sie diese unterstützen oder von ihnen unterstützt werden kann.

d) Die Hülfsquellen der Festung selbst, als bewohnter Ort, sind ein nicht minder wichtiger Gegenstand der Untersuchung. Die Zahl ihrer Häuser und Einwohner bestimmt die mögliche Stärke der Truppen, welche — nicht als eigentliche Besatzung

— sondern zu andern kriegerischen Zwecken darinnen untergebracht werden kann. Das vorhandene Geschütz und andere Waffen, die Munition, Schanzzeug, die zu Hospitälern oder zu Magazinen tauglichen Gebäude, die Mühlen und das auf ihnen täglich zu mahlende Getreide, die Zahl der Backöfen und des Brodes, welches sie täglich liefern können, die verschiedenen Arten und die Zahl der in der Stadt befindlichen Handwerker; das Vieh, die Lebensmittel 2c., alles muß berücksichtiget werden, um überall die möglichst genauen Notizen zu erhalten.

Relais. f. Berme.

Relief. f. Höhe der Werke und Profile.

Remblai heißt alles, was bei dem Festungsbau über dem Erdhorizont aufgeschüttet wird: alle Wälle, Brustwehren, Traversen 2c. Es ist dem Deblai oder Ausschachtungen entgegengesetzt, die alle Ausgrabungen der Gräben, die Räume für die Gewölbe 2c. in sich begreifen. S. Erdbau.

Rempart. f. Wall.

Remplage, die Füllsteine bei dem Mauerwerk, womit die leeren Räume zwischen den Bruchsteinen ausgezwickt werden, oder die man in den Mantel des pohlnischen Verbandes, mit Kalk vermischt, als Gußwerk schüttet.

Renfort. f. Versetzung.

Rentrant, ein eingehender Winkel. (w. n. l.)

Reparation. f. Herstellung.

Respirationsmaschine ist zwar eigentlich zum Behuf des Bergbaues erfunden worden, wenn böse Wetter dem Bergmanne das Athmen unmöglich machen; kann aber auch dem Minirer sehr nützlich werden, wenn der nach einer gesprengten Mine zurückbleibende Pulverdampf den Aufenthalt in den Gruben verbietet. Sie bestehet aus einem Rohr zum Einathmen mit einem Luftsack von Wachstafft, der mit athmosphärischer Luft angefüllt wird und aus dem der Minirer das Athemholen vermittelst der vor dem Rohre befindlichen Larve verrichtet. Man findet dieses Respirationsrohr schon in Hales Statik der Gewächse. Halle, 1748 abgebildet, obgleich es bisweilen das Bedboesche, oder auch das Menziesche genannt wird, und die Einrichtung der ganzen Maschine, in Verbindung mit dem Licht-

erhalter (w. n. l.) von dem Freiherrn v. Humbold mehrere wesentliche Verbesserungen bekommen hat. Crells chemische Annalen, 1796. v. Molls Jahrb. der Berg- und Hüttenkunde, 2ter Band, 1798.

Restauration. s. Ausbesserung.

Retiraden oder Abschnitte (s. dies Wort) sind in den Festungswerken nöthig, um der Besatzung zur Zuflucht zu dienen und ihr den Rückzug zu erleichtern, wenn man nicht den Sturm selbst auf dem angegriffenen Werke abwarten will. S. Reduit, Donjeon und Thurm. Wäre das Festungswerk nicht vorläufig mit einem permanenten Zufluchtsort versehen; darf man doch nie unterlassen: sich dieses unentbehrliche Vertheidigungsmittel zu verschaffen, indem man in die Kehle eine hölzerne Caponiere oder ein Blockhaus erbauet; oder, wenn es dazu an Raum fehlen sollte, einen Tambour (w. n. l.) anleget. Blos auf das Bedürfniß des Augenblickes berechnet, kann und muß letzterer genügen. Zur wirklichen und dauernden Vertheidigung ist er jedoch schon deßhalb nicht geeignet, weil der enge Raum die Besatzung zu sehr den herumfliegenden Stücken einer darinnen springenden Bombe aussetzt. Dieser Zweck läßt sich nur durch einen oben fest und sicher bedeckten Zufluchtsort erreichen.

Retinirte Festung. s. Innere Vertheidigung.

Retour. S. Schläge der Laufgräben.

Retranchement im Hauptabschnitt. s. letzteres Wort.

Reuter (Cavalier) s. Katze.

Revers. s. Rückseite.

Revetement. (s. Bekleidung.)

Rikoschettbatterien werden an dem folgenden Tage nach Eröffnung der Laufgräben erbauet, wenn der die Belagerung leitende Ingenieur mit dem Befehlshaber der Artillerie gemeinschaftlich die Punkte der verlängerten Façen bestimmt hat, wohin diese Batterien kommen sollen. Man muß hierbei alle, auch noch so entfernte Festungswerke berücksichtigen, welche nach den Laufgräben hin schießen können; und wäre es nicht möglich, sich auf ihre verlängerte Façe zu setzen, muß man sie mit stärkern Ladungen von vorn beschießen; vorzüglich aber sie durch Bombenwürfe wehrlos zu machen suchen. —

Der Bau der Batterie selbst geschiehet immer blos von der Artillerie, die hier schon durch die fertige Parallele einen Theil der Arbeit gethan findet und daher den übrigen Theil derselben leicht in 24 Stunden beendiget. Vauban hat zwar seine Rikoschettbatterien nicht in, sondern immer vor die Erste Parallele geleget und sie durch einen Laufgraben mit dieser verbunden. Allein, unerwähnt: daß dieser Bau für die Artilleristen gefährlicher ist, kann er unter 2 Tagen nicht vollendet werden, weil hier auswendig ein Graben gegraben werden muß, um die erforderliche Erde zur Schulterwehr zu bekommen. Die Richtung dieser Batterie ist immer senkrecht auf der verlängerten Façe des zu beschießenden Werkes, so daß das Erste Geschütz — Kanone oder Haubitze, welcher letztern man sich jetzt häufiger zum Rikoschettiren bedienet — auf der Verlängerung der innern Brustwehrlinie stehet, und die übrigen neben ihm nach dem Wallgange zu, mit 18 Fuß Entfernung von einander. Auswärts wird die Dicke der Brustwehr und die Breite des Grabens frei gelassen; dann werden wieder 2 oder 3 Geschütze zu Bestreichung des bedeckten Weges aufgestellt. Auf den mittlern Zwischenraum kommen gewöhnlich Mörser, um die Festungswerke mit Bomben zu bewerfen.

Bisweilen finden sich seitwärts des Angriffes Anhöhen oder andere günstige Punkte, — obgleich vielleicht in größerer Entfernung — von denen man die Festungswerke sehr vortheilhaft enfiliren, oder wohl gar ihnen in den Rücken schießen kann. Hier müssen gleich bei Eröffnung der Laufgräben besondere Rikoschettbatterien angeleget werden; ja, es ist oft vortheilhaft: dies noch früher zu thun, um die Aufmerksamkeit der Belagerten zu theilen und sie von dem eigentlichen Angriffspunkte abzuziehen. Sehr häufig verfällt man jedoch dabei in den Fehler: diese Batterien in so großer Entfernung von der Festung zu legen, daß ihre Schüsse nicht die erforderliche Genauigkeit gewähren, oder überhaupt so gut, als gar keine Wirkung thun. Nur bei schwachen Ladungen erhält man flache Aufschläge, und nur auf 500, 600, 700 bis höchstens 1000 Schritt ist auf das Treffen mit einiger Sicherheit zu rechnen. Die zweckmäßigsten Ladungen für das Geschütz der Rikoschetbatterien auszumitteln, ist die Sache der Artillerie, man kann sie ohngefähr folgendergestalt annehmen.

Schußweiten und Ladungen.

Kaliber der Kanonen	400 Schritt	500 Schritt	700 Schritt	1000 Schr.
12 Pfund	¾ ℔.	1 ℔.	1¼ ℔.	1¼ — 2 ℔.
24 —	1½ —	2 —	2 1/16 —	2½ —

Bei einer 7 Grad übersteigenden Richtung findet der Gellschuß (ricochet) nicht mehr statt, weil die Kugeln unter einem zu stumpfen Winkel aufschlagen und liegen bleiben; denn auch unter 5° und 6° sind die Aufschläge nur kurz und wenig. 2 bis 4° sind die schicklichsten Erhöhungswinkel, die bis 12 und mehr niedrige Aufschläge geben. Gegen sehr hohe Wälle muß man die Batterien weiter entfernen und stärkere Ladungen gebrauchen; doch immer mit Berücksichtigung des vorgesagten: daß mit den Schußweiten auch die Unzuverlässigkeit der Schüsse wächst. Liegen demnach — wie öfters in gebirgigem Boden — die Festungswerke 180 und mehr Fuß über dem Horizonte, müssen sie mit Haubitzen oder mit Mörsern rikoschettirt werden, deren Projektilen, wenn sie auch weniger Aufschläge haben, durch ihr Zerspringen schaden.

Es können jedoch wohl bisweilen Fälle eintreten, wo die Beschaffenheit des Bodens nicht gestattet: mit den Ersten Batterien nahe genug an die Festung zu rücken (wie bei der so berühmten Belagerung von Gibraltar, wo man sich der Festung nicht über 2500 bis 3500 Schritt nähern konnte), wo man daher die höchsten Elevationen und stärksten Ladungen zugleich anwenden muß. Nun kann aber die 24pfündige Kanone auf ihrer gewöhnlichen Feldlaffete nicht über 8° eleviret werden und man muß zu andern Mitteln seine Zuflucht nehmen, wenn ein größerer Erhöhungswinkel nöthig wird. Man macht in diesem Falle die Bettungen nur etwa 8' lang, so daß sie sich unter dem Bruche der Laffete endigen. Der hintere Theil wird dann um so viel gesenket, als der erforderliche Erhöhungswinkel beträgt. Man kann letzteren auf diese Weise bis 18 Grad vermehren; mehr vertragen die Laffeten nicht, ohne zertrümmert zu werden; es wird dann nöthig: das Rohr mit den Schildzapfen auf 2 Klötze zu legen und mit dem Bodenstück bis zu der erforderlichen Tiefe in den Erdboden zu graben.

Der Schleuderschuß mit schwachen Ladungen war vor Vaubans Zeiten unbekannt. Dieser Meister im Festungskriege bediente sich seiner zuerst in der Belagerung von Philippsburg 1688, um die langen Linien des Hornwerkes zu bestreichen. Mit noch mehr Glück ließ er ihn durch den Artillerie-General Valliere d. A. bei Ath 1697 und bei le Quesnoi 1712 anwenden. In letzterer Festung ward das ganze zahlreiche Geschütz derselben in 24 Stunden durch die Rikoschettbatterien zum Schweigen gebracht; eine Erscheinung, die sich auch bei der letzten Belagerung von Port-Mahon wiederholte.

Um den Wirkungen des Schleuderschusses zu begegnen, kann man die ihm ausgesetzten Linien vorn bonnetiren (s. Bonnet.). Weil dieses Mittel jedoch nur auf eine, seiner Höhe verhältnißmäßige Weite gegen die im Bogen ankommende Kugel

Schutz gewähret; wandte **Vauban** zuerst die **Traversen** (w. u. i.) an, mit denen er die langen Linien des bedeckten Weges versahe. Andere haben diese Traversen so sehr vervielfältiget, daß sie der Vertheidigung hinderlich wurden; ja, **Bousmard** hat sie gar in Kasematten verwandelt. Das zweckmäßigste Mittel bleibt jedoch die Entziehung des Unrisses, indem man ihm entweder eine convexe Form giebt, oder seine Verlängerung in andere vor- oder seitwärts liegende Werke fallen läßt, wie oben (Artik. **Bollwerk**) gezeiget worden. Ein Terrainhinderniß, wo der Feind keine enfilirende Batterie anlegen kann, gewähret hier ebenfalls die Vortheile jener Werke; denn die jenseits desselben errichteten Batterien liegen dann zu weit von der Festung ab, um eine zweckmäßige Wirkung zu leisten.

Riegel (travers oder traversiers) sind kurze Holzstücken, 4 bis 5 Zoll stark, die zu Verbindung der senkrechten Stiele einer Wand so wie überhaupt zu Vereinigung längerer und stärkerer Hölzer dienen. Ihre Länge hängt daher von dem Abstande der letztern unter einander ab.

Rinnleiste. s. **Karnies.**

Rißbank oder **Wasserfort**, dienet bisweilen zu Bezeichnung eines festen Werkes, das zu Vertheidigung des Einganges eines Hafens, vor demselben in die See gelegt wird. Eigentlicher aber ist es der Name eines von Steinen aufgeführten Werkes am Eingange des Dünkircher Hafens, das mit 46 Kanonen besetzt war, und dem Französischen Hofe sehr bedeutende Summen gekostet hatte. **Montalembert** hat die Mängel ähnlicher Anlagen in ein helles Licht gesetzt und andere, zweckmäßigere Vorschläge gethan, auf die wir unten (**Vertheidigung** rc.) wieder zurückkommen werden.

Rißberme, der sehr flach abgedachte Fuß der Stein- oder Erdböschungen an der Seeküste, die hier angeleget werden, um die Futtermauern der Festungswerke gegen den Wellenschlag zu sichern. Es werden zwar öfters Bohlenwerke dazu angewendet; man sollte sich jedoch nie des nur anfangs wohlfeileren, durch seine geringere Haltbarkeit aber weit kostbareren Holzbaues hier bedienen, wo Steinbau der erforderlichen Dauer weit angemessener ist.

Rohr wird zu Bedachung leichter Schuppen u. dgl. angewendet. Es muß zu dem Ende völlig ausgewachsen und reif seyn, wo der Halm unten eine helle Holzfarbe bekommt. Es wird 3 Fuß lang, in 1½ bis 2 Würfelfuß große Gebunde ge-

bunden, deren 2 Schock zu einer Quadratruthe 14″— dickes Dach erfordert werden.

Rolle oder Scheibe (poulie), ein bekanntes mechanisches Werkzeug, über welches ein Seil gezogen wird, um Lasten zu bewegen 2c. Sie ist entweder einfach, oder aus mehreren verbundenen Rollen zusammengesetzt, und heißt dann ein Flaschenzug. Die einfache Rolle ist wieder entweder mit ihrer Axe fest, oder beweglich. Bei der festen Rolle muß für die Bedingung des Gleichgewichtes die Kraft und Last gleich groß seyn, und die eine oder die andere verhält sich zu dem Druck auf die Axe der Rolle, wie der Halbmesser zum doppelten Kosinus der Hälfte des Winkels ihrer gegenseitigen Richtungen. Bei der beweglichen oder schwebenden Rolle aber verhalten sich Kraft und Last, wenn sie ein Gleichgewicht halten sollen, wie der Halbmesser zum doppelten Kosinus des Winkels ihrer Richtungen; oder des halben Winkels, welchen die beiden Theile des sich um die Rolle legenden Seiles, mit einander machen. Sobald demnach letzterer kleiner als 120° wird, bekommt die Kraft das Uebergewicht und wird der halben Last gleich, wenn die beiden Theile des Seiles einander parallel laufen.

Für die, aus mehreren festen und beweglichen Rollen zusammengesetzten Flaschenzüge wird dann im Stande des Gleichgewichtes die Kraft zur Summe der Last wie der Halbmesser zu der Summe der Kosinusse der Winkel, welche die Richtungen der Seile zwischen beiden Flaschen mit der Vertikal-Linie machen.

Rollbrücke (pont roulant), ist entweder eine Vorrichtung, um die Schiffe über einen Wasserfall zu bringen, wenn die Umstände den Bau einer wirklichen Schiffahrtsschleuse nicht gestatten. Sie bestehet aus zwei gegen einander gelehnten schrägen Flächen, auf denen sich, zwischen den Seitenrähmen, an eisernen Axen, bewegliche Walzen befinden, über welche das Schiff hinauf oder hinab gleiten muß. Die sehr beschwerliche Bewegung des Schiffes, noch mehr aber der große Nachtheil für den Boden des letztern hat diese Maschine ganz aus dem Brauch gebracht. Man bedienet sich überall anstatt ihrer der, obgleich kostbareren, doch dagegen weit vortheilhafteren Schiffahrtsschleusen.

Größeren Nutzen gewähren durch ihre Einfachheit die Rollbrücken, anstatt der Zugklappen an Festungen, weil sie bei gleich leichter Bewegung, durch ihre Ständer und Wippen den feindlichen Projectilen keinen leicht zu treffenden Gegenstand darbieten. Diese Rollbrücken bestehen aus dem gewöhnlichen Brückenboden von Lagerbalken, die durch die Schwellstücken A, D und durch den Riegel H verbunden, und mit 2zolligen Die-

len bedeckt sind. Er muß jedoch wegen des nöthigen Gegengengewichtes die doppelte Weite des Grabens AB zur Länge haben. Dieser Boden ruhet auf den, 2 Fuß von einander, zur Hälfte in den Laufbalken eingelassenen Scheiben von sehr hartem Holz oder Metall m m, und wird vermittelst einer gezahnten Stange p, und eines Getriebes F durch zwei Räder mit Handgriffen G, Fig. 270 beweget. Läßt man auch diese, etwas zusammengesetzte Maschine weg; kann dennoch das Vor- und Zurückschieben der Brücke durch hinten auf dem Tragbalken bei C angebrachte Haken oder Ringe von 6 Mann leicht bewirkt werden.

Rostwerk, um den aufgeführten Gebäuden, Kasematten, Futtermauern rc. eine feste Unterlage zu schaffen und das zufällige Einsinken derselben zu verhindern, welches den Einsturz zur nothwendigen Folge haben würde (s. Grundbau.); sind Rostwerke nöthig, die entweder auf eingerammten Pfählen ruhen und Pfahlröste (pilotis) heißen, oder blos aus verbundenen Balken mit starken Dielen überdeckt, bestehen, und liegende oder Schwellröste (grillage) genannt werden.

Zu dem Pfahlrost werden die blos von der Rinde befreiten, runden Pfähle reihenweise so eingerammet: daß die sie umgebende Erde kein tieferes Eindringen gestattet. Hierbei kommen die Pfahlreihen A, B, C, D, Fig. 247, Tab. XIX, 3 bis 4 Fuß, die Pfähle in derselben aber 3 bis höchstens 5 Fuß aus einander. Ein lockerer Boden erfordert dabei einen näheren Stand und folglich auch mehr Pfähle, als ein festerer; sie müssen bei jenem nothwendig auch tiefer eindringen, als bei diesem; wie überhaupt dadurch die Größe der Last gefunden wird, womit der Pfahlrost beschweret werden darf. Es sey

- l die Länge des Pfahles in der Erde;
- e das Eindringen desselben bei dem nächst folgenden Schlage des Bären;
- R das Gewicht, welches der Pfahl tragen kann;
- Q das Gewicht des Pfahles;
- P Gewicht des Rammbären;
- h die Fallhöhe desselben;

so ist diejenige Tiefe, bei welcher der Widerstand dem Gewichte $P + Q$ gleich wird $A : l + e = P + Q : R$; folglich $a = \frac{P+Q}{R}(l+e)$ und $e = \frac{hP^2}{4(P+Q)(R-P-Q)}$; denn „die Tiefen des Eindringens der Pfähle verhalten sich wie die „Quadratwurzeln aus der Zahl der Schläge des Rammbä„ren", und man darf einem Rostpfahle nur den vierten Theil der zum Gleichgewichte erforderlichen Last auflegen. Daher ist

$R - Q = \frac{hP^2}{4(e)(P+Q)} + \frac{1}{2}P$ und $e^2 + 2(1-a)e = \frac{2ahP^2}{(P+Q)^2}$; oder wenn man dafür den Werth von a setzt und $\frac{1+\frac{1}{2}e}{1+e} = 1$ nimmt, $e(P+Q)R = e(P+Q)^2 + hP^2$. Durch diese Formel bestimmt sich das Gewicht des Mauerwerkes, womit jeder Pfahl ohne Gefahr beschwert werden kann, wie nachstehende Tafel zeiget:

Gewicht, so der Pfahl tragen kann	Gewicht des Rammbären.											
	10 Centner.			12 Centner.			15 Centner.			18 Centner.		
	Gew. d. Pfahles			Gew. d. Pfahles			Gew. d. Pfahles			Gew. d. Pfahles		
	4 Ctr.	8 Ctr.	12 Ctr.	6 Ctr.	12 Ctr.	18 Ctr.	6 Ctr.	12 Ctr.	18 Ctr.	6 Ctr.	12 Ctr.	18 Ctr.
Centner	Eindringen des Pfahles in Zollen auf die letzten 20 Schläge.											
100	23,8.	18,5.	15,2.	27,2	20,4.	16,3.	37,8.	29,4.	24,1.	49,4.	39,5.	32,9.
150	15,3.	11,9.	9,7.	17,4.	13,0.	10,4.	23,8.	18,5.	15,1.	30,7.	24,6.	20,4.
200	11,3.	8,7.	7,2.	12,8.	9,6.	7,6.	17,4.	13,5.	11,1.	22,[illegible]	17,9.	14,8.
250	8,9.	6,9.	5,7.	10,1.	7,5.	6,1.	13,7.	10,6.	8,7.	17,4.	1[illegible],9.	11,6.
300	7,4.	5,7.	4,7.	8,3.	6,3.	5,0.	11,3.	8,7.	7,2.	14,4.	11,5.	9,0.
350	6,3.	4,9.	4,0.	7,1.	5,3.	4,2.	9,6.	7,4.	6,1.	12,2.	9,7.	8,1.
400	5,5.	4,2.	3,5.	6,2.	4,7.	3,7.	8,3.	6,5.	5,3.	10,[illegible]	8,5.	7,1.
450	4,9.	3,8.	3,1.	5,5.	4,1.	3,3.	7,4.	5,9.	4,7.	9,[illegible]	7,5.	6,2.
500	4,4.	3,4.	2,8.	4,9.	3,6.	2,9.	6,6	5,1.	4,2.	8,4.	6,7.	5,6.
550	—	—	—	4,4.	3,3.	2,7.	6,0.	4,6.	3,8.	7,0.	6,1.	5,1.
600	—	—	—	4,1.	3,1.	2,4.	5,3.	4,2.	3,5.	6,9.	5,6.	4,6.

Nachdem die eingerammten Pfähle A oben waagerecht abgeschnitten worden, bekommen sie 3" hohe, 2" breite und 5" lange Zapfen, um die 10 Zoll hohen Holme oder Langschwellen, B. Fig. 248, aufbringen zu können. Queer über die letztern sind dann von 5 zu 5 Fuß die Zangen C, 3" tief und 6" breit eingekämmt. b. Fig. 249. Bisweilen werden in die viereckigen Räume zwischen den Holmen und Zangen schwächere, Füllpfähle, geschlagen, um den weichen Grund mehr zusammen zu drücken und dadurch fester zu machen. Es ist jedoch wohlfeiler und vortheilhafter: anstatt dieser Füllpfähle, Steingruß und Mauerschutt in jene Zwischenräume zu schütten; weil mancher Baugrund so elastisch ist: daß durch das Einrammen der Füllpfähle die eigentlichen Rostpfähle wieder empor getrieben werden.

Bei den Futtermauern hoher Wälle, die einem starken Seitendruck zu widerstehen haben, ist es nothwendig: auf den Deckbohlen Eine oder Zwei Oberschwellen H, gleichlaufend mit den Holmen des Pfahlrostes anzubringen, die auf die Zangen gekämmt werden, und der Grundmauer eine feste Anlehnung geben, daß sie nicht von der Oberfläche des Rostes herab in den Graben gleiten kann. Ist folglich letzterer mit Wasser gefüllt, muß der ganze Grundbau durch eine Spundwand E gegen das Unterwaschen gesichert werden, deren Holme hier zugleich als Langschwelle den Rost tragen helfen. Da hier die Zangen nicht über die Spundwand hervorstoßen dürfen, werden sie auf dem Holme derselben mit einem Schwalbenschwanz, x Fig. 249, eingelassen. (Siehe Spundpfähle und Spundwand.)

Es ist von selbst klar: daß die Richtung des Rostes sich nach den Richtungen der darauf zu setzenden Mauer abändert. Auf den Ecken des Rostes müssen dann die stärksten Langschwellen ausgesucht und, anstatt der Zangen D, über einander gestoßen werden, AB BC Fig. 250, um eine desto stärkere Verbindung zu erhalten. Den Rost in der ganzen Breite der Strebepfeiler fortzuführen, wäre überflüssige Verschwendung der Mittel. Man läßt hier die Zangen EF bis unter die Enden des Strebpfeilers hinaus gehen, und verbindet sie hinten durch einen Querriegel FG. Unter hF und FG werden zugleich die zu Befestigung des Rostwerkes nöthigen Pfähle geschlagen.

So wie man sich bei dem Häuserbau in weichem Grunde sehr häufig der ungleich wohlfeileren liegenden oder Schwellen-Röste bedienet, und hinreichende Sicherheit des Baues durch sie erlangt; sind sie auch bei dem Festungsbau bisweilen anwendbar. Ja, es wird selbst bisweilen nothwendig seyn: in Moorboden bloße Erdwälle auf einen Schwellenrost zu legen und dadurch das Einsinken derselben zu hindern. Hier werden die Zangen, als Querschwellen, a Fig. 251, 3 bis 4½ Fuß

von einander zu unterst gelegt, die **Langschwellen**, b Tab. XIX, auf sie gestrecket und mit den Bohlen c benagelt. Die Stärke des Holzwerkes ist allgemein 10 bis 12 Zoll, und dürfen die **Langschwellen** nicht durch Einschnitte geschwächt werden; sondern diese müssen sich allezeit, $2\frac{1}{2}$ Zoll tief, in den **Queerschwellen** befinden. Ehe die Bohlen aufgebracht werden, muß man eben so, wie bei dem Pfahlrost die Zwischenräume mit Steingruß ausstampfen. Auch hier sind 2 oder 3 Oberschwellen, zu Verhinderung des Abgleitens der Mauer durchaus nothwendig, und läßt man den Rost immer auf jeder Seite einige Fuß unter der Mauer hervor gehen. Obgleich dies bei gewöhnlichen Gebäuden nicht statt findet, sobald wegen vorbei fließenden Wassers eine Spundwand nöthig wird; dürfte es doch bei Festungswerken, wegen des beinahe um $\frac{2}{3}$ verschiednen Gewichtes der Futtermauern und Erdwälle unerläßlich seyn. Ueberhaupt muß das Mauerwerk mit seinem Schwerpunkte jederzeit auf die Mitten des Schwellenrostes zu liegen kommen, um das, so nachtheilige, ungleiche Einsinken desselben zu verhüten. Zu dem Ende bestimmt man, nach Beschaffenheit der Wallerde, den Winkel bei O Fig. 267. Tab. XXI. (S. **Erdabdachung**) und bekommt daraus das Dreieck KDO; weil $DK = \frac{OD + cl}{Ol}$; (Fig. 265.) $OK = \sqrt{(DO^2 + DK^2)}$, durch die Theorie der Futtermauern. Wegen der ähnlichen Dreiecke KDO und MOP (Fig. 266.) ist $PM = \frac{(\mp DM \pm DO)\, KD}{KO}$, oder wenn $Kd = h$; $DO = m$ und $KD = \sqrt{h^2 + m^2} = a$, und $DM = b$; $MP = \frac{\mp mb + hb}{a}$. Nennt man ferner den ganzen Druck der Mauer d, und den senkrechten Druck der Erde, in der Richtung KD, so wird $MQ = \frac{\mp Kht \pm bht}{ad + at}$, und in den ähnlichen Dreiecken KDO und MQH wird $MH = \frac{QM \cdot KD}{KO}$ $= \frac{(\mp K \pm h)\, th^2}{(d+t)a^2}$ und $DH = \frac{(\mp K + b)\, th}{(d+t)a^2} \mp b$.

Zu größerer Festigkeit des **liegenden** Rostes schlägt der Freiherr v. **Harlemann** vor: unterwärts fest verbundene Wände anzubringen und dem Roste dadurch das Ansehen eines umgestürzten Kastens zu geben. Es ist klar: daß bei dieser Construction der Moorgrund, während er den **Schwellenrost** auf seiner Oberfläche trägt, sich zugleich an die Seitenwände des kastenähnlichen Werkes stützt, und durch den Gegendruck sowohl als durch das vergrößerte Volumen die Trächtigkeit des Rostes

vermehret. Denn je größer die Menge der Theile des letzteren ist, welche spezifisch leichter sind, als der sie umgebende Boden; mit einer um so geringeren Last wird er auf denselben drücken. Ein hydrostatischer Grundsatz, der, sonderbar genug! von den Architekten nur wenig beherziget worden ist.

Wenn die äußere Seite des Rostes eine **Spundwand** bekommen muß; wird diese hier vorher eingerammet, und mit dem Holme versehen; ehe man den Rost dichte hinter dieselbe strecket. Ihn mit auf den Holm selbst zu legen, ist deshalb nicht rathsam, weil ein ungleicher Widerstand erzeuget und der Rost hinten tiefer einsinken wird, als da, wo er durch die Spundpfähle eine feste Auflage findet.

Alles Holzwerk des Rostes muß durchaus stets unter dem niedrigsten Wasserstande liegen, um gegen die Fäulniß gesichert zu seyn. Daß die Bohlendecke zugleich einen Ueberzug von Thon bekommen muß, damit es nicht von dem Kalk der Grundmauern berühret und angegriffen werden kann, ist schon oben (Artikel **Grundbau**) gesagt worden.

Rückenseite der Laufgräben (le revers de la tranchée), wird sehr flach und mit sechsfacher Böschung abgestochen, damit die Wacht sich ungehindert mit ganzer Fronte herausziehen und hinter der Parallele in Schlachtordnung stellen kann. Auf dieser Rückenseite werden auch die Faschinen, Schanzkörbe, Schaufeln, Hacken ꝛc. niedergelegt, die für den Augenblick in den Laufgräben überflüssig sind. Die Rückenseite der **Verbindungsgräben** (Communications) ist nicht so flach, und ihre Anlage blos der Höhe gleich; jedoch muß sie zu Erleichterung des Verkehrs mit vielen Ausgängen oder Auffahrten rückwärts durchschnitten seyn.

Rückenvertheidigung (feu de revers) ist von zweierlei Art: 1) eine solche, welche das Festungswerk selbst von hinten gewähret; und 2) diejenige, wo der Feind bei dem Angriff eines Werkes von andern, daneben oder dahinter liegenden in den Flanken oder im Rücken beschossen wird. Die Erste Gattung der Rückenvertheidigung ist allen **Vorwerken**, und selbst vielen Aussenwerken, unentbehrlich, wenn sie nicht durch einen raschen Anfall in der Kehle erstürmt werden sollen. Ihre Anordnung ist schon oben (Artik. **Gallerie** und **Kehle**) beschrieben worden. Die zweite Art der Rückenvertheidigung aber ist bei allen möglichen Festungswerken ohne Ausnahme, anwendbar und vortheilhaft. Jeder Umriß mit weit vorspringendem Winkel giebt dazu Gelegenheit, und **Virgin** baut alle seine Befestigungsvorschläge auf die Möglichkeit dazu. Auch **Pirscher**, **Landsberg**, **Fürstenhoff**, **von Bodt** u. a. m. halten diese Rückenverthei-

digung für sehr wichtig, weil der Feind in kein Werk eindringen kann, ohne von allen Seiten auf das heftigste beschossen zu werden; von Werken, die er nicht einmal siehet, deren Daseyn er kaum ahnet. Um sich von diesem Feuer zu befreien, muß er jedes dieser Werke gleichzeitig angreifen und sich in unendliche Schwierigkeiten verwickeln. Er hat mehr Arbeit, leidet größern Verlust, und muß mehr Truppen und mehr Angriffsmittel herbeibringen, als er unter andern Umständen nöthig gehabt hätte. Ohne eben den Aufwand des Baues sehr zu vergrößern, vermehret eine solche Anordnung das Widerstandsvermögen, weil hier mehrere Werke zur Vertheidigung mitwirken, die eigentlich nicht gleichzeitig dazu bestimmt sind, und weil sie die Anwendung anderer, an sich wirksamer Verstärkungsmittel nicht ausschließt. Eine dieser Absicht entsprechende Einrichtung zeiget sich Fig. 143, wo besonders in dem Umrisse Virgins C, die Flanken a b des weit vorspringenden Bollwerkes, als die Kehlen der Aussenwerke zu Rückenfeuern gegen den Angriff der neben liegenden Werke Gelegenheit geben. Bei Herbort B wird derselbe Zweck durch die Courtine mit doppelten Brustwehren p p und durch den Dongeon Q, und bei Montalembert durch die Flanke G H und den eckigen Thurm A (tour angulaire) erreichet.

Rückenwehren (parados) werden allezeit da angebracht, wo es dem Feinde möglich ist, irgend ein Werk — in gerader oder schräger Richtung — im Rücken zu beschießen. Beinahe alle offne Flanken gehören in diese Cathegorie; ihr Geschütz wird gewöhnlich durch die Rückenschüsse der Rikoschetbatterien gegen die Bollwerksfaçen unbrauchbar gemacht. Man giebt den Rückenwehren gewöhnlich 12 Fuß Dicke, und bekleidet sie mit Faschinen, oder mit Schanzkörben von 4' Durchmesser, wie die Traversen, (s. dies Wort). Wenn es sehr an Raum fehlt und man nun einzelne, verlohrne Schüsse zu fürchten hat, können die Rückenwehren auch aus starken Balkenhölzern gefertiget werden, die man einfach oder doppelt über einander aufschränkt und durch eingerammte Pfähle und angesetzte Streben befestiget. Oft kann auch eine etwas größere Erhöhung des Bonnets auf den ausspringenden Winkeln, eine Katze (Cavalier), oder eine doppelte Brustwehr auf dem Wallgange sehr zweckmäßig die Stelle der Rückenwehr vertreten.

Rücken der Gewölbe s. Schluß.

Runde Festungen (Tracé circulaire), sind wiederholt von einsichtsvollen Ingenieuren vorgeschlagen, und dennoch nirgends ausgeführt worden; obgleich der Kreis sich leicht den mehresten Gestaltungen des Bodens anpassen läßt, den größten in-

nern Raum umschließt, und zugleich das meiste Feuer gegen Einen Punkt vereiniget. Der bekannte Markis v. Montalembert aber sagt: „Wer Etwas zu Förderung der Vertheidigung „der Festungen beitragen will, muß dem Geschütz des Belagerers, welche Stellung es auch haben mag, überlegen zu werden suchen.“ Ein Grundsatz, der ganz besonders bei den Brechbatterien seine Anwendung findet, weil der Belagerte entweder diese vernichten, oder sich ergeben muß. Im Gefolge dieses Satzes schlägt der eben erwähnte Verf. einen kreisrunden Umriß von 49 Ruthen Halbmesser vor, mit einem sägenförmigen Mantel von 68 Ruthen Halbmesser, welcher dem eines Vierecks mit Bollwerken von 90 Ruthen Polygonseite gleich ist. Letzteres enthält jedoch nicht mehr als 9409 Toisen inneren Raum, weil seine Seiten nur 97 Toisen groß sind, während der Kreis bei 97 Toisen Halbmesser 29585 Quadrat-Toisen umschließt. Wollte man einen gleich großen inneren Raum bei Anwendung der Bollwerke haben, müßte man ein Sechseck von 88 Ruthen Polygonseite wählen.

Der M. Montalembert läßt sowohl den inneren kreisförmigen Umriß A, als den äußeren, B, mit aus- und eingehenden Winkeln und Gewölben bestehen, davon jener 6 und der letztere 2 oder 3 Stockwerke über einander hat. Da nun die Schießscharten (s. dies Wort) der Gewölbe eine Seitenrichtung der Geschütze von 60°, ja bis 75° zulassen, kann die feindliche Breschbatterie zugleich von

98 Kanonen der runden Kasematte A, Fig. 268 Tab. XXII,
32 — der Façe B,
32 — — — C,
32 — — — D,
32 — — — E,

226 Kanonen beschossen werden.

Sie kann aber nicht mehr als 21 Kanonen aufnehmen, und man siehet leicht: daß 60 bis 80 Geschütze völlig hinreichend sind, diese zu zerstöhren, und daß es bei weitem einer so großen Anzahl derselben nicht bedarf. Dadurch fällt nicht nur ein Haupteinwurf gegen Montalemberts Vorschläge überhaupt weg, sondern es ist auch nun nicht nöthig: die Kasematten so hoch, thurmähnlich aufzuführen, und dennoch werden sie dem Angriffe einen ganz andern und kräftigeren Widerstand entgegen setzen, als alle Bollwerke der Welt. Vergleicht man den Aufwand der einen und der andern Befestigungsmanier mit einander, so enthält Eine Seite des bestürmten Sechsecks

6270 Würfeltoisen Mauerwerk,
1310 Quadrat-Toisen gehauener Steine,
30000 Würfel-Toisen Erdbau.

Verhalten sich nun die Kosten des Erdbaues zu dem des Mauerwerks wie 1 zu 2, nahe; kann man in dieser Hinsicht Eine Fronte zu 10387 Würfel-Toisen anschlagen. Die 18 kasemattirten ausspringenden Winkel Montalemberts dagegen haben 36 Façen, welche jede 300 Würfeltoisen Mauerwerk enthalten. Nicht minder sind in dem kreisförmigen Umrisse 126 Gewölbe, jedes 138 Würfel-Toisen Mauerwerk enthaltend; dies beträgt:

die 36 Façen 10800 Würfel-Toisen,
die 126 Gewölbe 17388 —

zusammen 28183 W.T.

dagegen betragen die 6 Polygone
mit ihren Futtermauern 62322 W.T.

folglich 34134 W.Toisen mehr;

ohne die geringsten Bombensichern Räume zu gewähren, deren sich in Montalemberts Umriß 8016 Quadr.Toisen befinden. Jede Façe hat nämlich zur mittleren Länge 30 Toisen,
zur Weite im Lichten 3 —

90 □Toisen,

daher die 36 Façen 3240 □Toisen.

Die kreisförmige Kasematte hat 597 Toisen zur äquirten Länge, und ist 4 Toisen breit; daher ist ihr Flächeninhalt 2388 —

und in 2 Stockwerken 4776 □Toisen,

folglich zusammen 8016 □Toisen.

So fallen alle Vergleichungen zum Vortheil des Kreises mit einem sägeförmigen Mantel aus, daher auch der Marquis jenen ausschließend für die Form seiner Forts — besonders zu Bewehrung der Seeküsten und Häfen gewählt hat.

Man findet schon in älteren Schriften den Kreis für den Umriß des Hauptwalles bei Festungen gewählt; der dann durch Bollwerke oder durch Zangen bestrichen wird. Bilfinger (Nouveaux projets de fortification 1735.) leget lange, abgesonderte Bollwerke außerhalb des Kreises, die er durch kasemattirte Courtinen zusammenhängt und mit einem sägeförmigen Mantel, und gewöhnlichem bedeckten Wege umgiebt. Der sächsische Oberst Franke machte ebenfalls bei seinen Umrissen, Tab. XX, Fig. 256. 257. 258. den Hauptwall kreisförmig, und verstärkte ihn durch mancherlei Außenwerke, von denen weiter unten (Art. Umriß) geredet werden wird.

Noch weiter gieng der Dänische Ingenieur Steuben (Angemerkte Fehler, welche sich noch in der Kriegsbaukunst finden. 1761.); er verwarf alle Außenwerke und hielt sich ganz allein an den Kreis, dessen Feuer er durch eine Faus-

sebray verstärkte. Auch Virscher (Methode universelle et facile pour fortifier les places, 1771.) Cugnot (Theorie de la fortification, 1778. legen bei ihren Entwürfen den Kreis zum Grunde. Cugnot ohne alle Außenwerke; Schneider (Bedeckte Festung, 1776.) als Mantel, um dem Feinde die Form der Aussenwerke zu verbergen und die letztern gegen die Rikoschetkugeln zu schützen.

Runde Forts sind, kasemattiret, mit noch mehrerem Rechte zu empfehlen, als runde Festungen. Mit einem Wassergraben umgeben, dessen innerer Rand flach abläuft und durch die niedrige Batterie rein bestrichen ist, fällt der Einwurf hinweg: daß sie keine Grabenvertheidigung haben. Giebt man ihm die von Montalembert vorgeschlagene Einrichtung der Schießscharten; kann jeder Punkt des Glacis von 9 Kanonen Eines Stockwerkes der Kasematte, und von 6 Kanonen des Ringförmigen Mantels beschossen werden. Raget denn noch der 90 Fuß dicke Vertheidigungsthurm mit 2 bedeckten und einer offenen Geschützlage über den Erdwall empor; sind 33 Kanonen gegen die 150 Schritt entfernte feindliche Batterie gerichtet, welches mehr als hinreichend ist: sie in kurzer Zeit völlig zu zerstöhren. S. Thürme und Vorwerke.

Rundenweg (Chemin des rondes) heißt bei den alten Festungen ein 4 bis 6 Fuß breiter Gang über dem Mauerbande (Cordon) mit einer 4 bis 6 Fuß hohen, schwachen Mauer umgeben, die nicht selten Schießlöcher nach dem Graben hinab hatte. Er diente den Runden bei ihren nächtlichen Umgängen und hat daher seinen Namen bekommen. Weil er den dreifachen Nachtheil hatte: 1) das Hinabwerfen von Kunstfeuern, Steinen, großen Hölzern zu Vertheidigung des Grabens zu hindern; 2) das Ersteigen des Walles zu begünstigen, und 3) dem Feinde Gelegenheit zu geben: die in den Bollwerken gemachten Abschnitte zu umgehen; ist er zuerst von Pagan hinweggelassen worden und nachher ganz aus dem Brauch gekommen.

Rundung der Contrescarpe vor den ausspringenden Winkeln der Festungswerke ward bisher von einer gewöhnlichen Futtermauer mit Strebepfeilern unterstützt; allein der Franz. Oberst Sennermont schlug 1796 vor, diese Rundung als einen Bogen mit senkrechter Axe zu behandeln, dessen Widerlagen die zu beiden Seiten anstoßenden geraden Futtermauern der Contrescarpe sind. Man erlangt dadurch den Vortheil: der Mauer in der Ausrundung nur $\frac{1}{3}$ der Stärke geben zu dürfen, welche die übrigen Futtermauern der Contrescarpe haben.

Wäre demnach die letztere bei lockerem Sandboden 18' hoch; muß

auf ihre langen Linien ED und FD (Fig. 271. Tab. XXIV.) mit 18 Fuß von einander stehenden Strebepfeilern versehen vorn an der Wurzel 4, und hinten 3 Fuß breit und senkrecht; bekommt man auf den Raum zwischen jeden zwei Strebepfeilern für den Widerstand der Mauer $6phx$, wo h die Höhe der Mauer $= 18'$, p das Gewicht oder die Dichtigkeit des Mauerwerkes (bei Ziegeln = 125 ℔), x die erforderliche Mauerdicke ist. Das Moment des Widerstandes ist demnach $3phx^2$. Der Widerstand eines Strebepfeilers wird aber ausgedrückt durch ph (1,84); folglich sein Moment durch ph (1,84). (0,80 $x = phx$ (1,47.) Ist nun das Verhältniß der Reibung zum Druck nach der Erfahrung $= f = \frac{52529}{172180} = 0{,}31$, so ist der Druck des Sandbodens $= Q = dh^2\,(0{,}2715)$ und deshalb sein Moment $= dh^3\,(0{,}0905)$ zu setzen, weil hier bei dem Sande keine Cohäsion statt findet, wobei d die Dichtigkeit des Erdbodens $= 88{,}46$ Pfund ausdrückt. Da der Druck nur zwischen zwei Strebepfeilern wirksam seyn kann, wird er $(4{,}85)\,Q =$ $= (4{,}85)\,dh^2\,(0{,}2715)$; sein Moment $(4{,}85)\,\frac{dh^3}{3}\,(0{,}2715)$; daher für den Zustand des Gleichgewichtes wird

$dh^3\,(0{,}439) = 3phx^2 + ph\,x\,(1{,}47)$ und folglich $x = 4\frac{1}{2}$ Fuß.

Wird nun die Ausrundung mit Rollschichten gemauert (s. Mauerverband), so daß man gleichsam einzelne Gewölbsteine bis zur gehörigen Höhe aufführet, und die Zwischenräume einstweilen mit trocknen Ziegeln aussetzet, bis alles fertig ist, worauf alle Maurer zugleich die vorerwähnten Zwischenräume mit Ziegeln auf der hohen Seite ausmauern und dadurch den Schluß des Bogens vollenden, so wird der Druck der Gewölbsteine ein Maximum. Ja, man kann die Ausrundung um die Breite ihrer verringerten Stärke zurück rücken, wie QRQLh, um Nichts von der Reibung gegen die Anlehnungspunkte EL und Fh zu verliehren. Der Druck gegen das Profil der geraden Contrescarpe wird dann gleich der halben Weite des Bogens, multiplizirt mit dem Druck der Erde gegen die innere Seite der Futtermauer.

Es sey nun der Winkel EAF $= 60°$, sein Radius AC $=$ 40 Fuß $= 13{,}00$, und geschiehet die Trennung, gleichlaufend mit letzterem in LL; wird ($\frac{cR}{2} = x$ gesetzt) der Widerstand der Fläche LQRLcL $= phx\,(13{,}61)$ seyn; denn diese Fläche hat mit dem Kreisbogen LcL einerlei Schwerpunkt, wenn man seiner Entfernung vom Mittelpunkte noch $\frac{cR}{2}$ hinzusetzt auch wird ihre Länge dieselbe, nämlich $= 13{,}61$ seyn. Zwar

sollte man eigentlich LQ für die Trennungsfläche annehmen; dann müßte man aber den Schwerpunkt des durch $\frac{Rc}{2}$ gehenden Bogens suchen, und würde sich, ohne Nutzen, in eine Gleichung des dritten Grades verwickelt sehen.

Die Sehne des Winkels EAF ist dem Halbmesser gleich, oder $= 1,00$; daher verhält sich die Entfernung des Schwerpunktes vom Mittelpunkte A wie der Bogen LcL zur Sehne LL, oder $13,61 : 13,00 = 13,00 : 12,41$. Jene Entfernung aber muß in Beziehung auf die Drehungsaxe, oder auf die Sehne LoL, bestimmt werden; die Entfernung des Schwerpunktes wird demnach $12,41 - Ao$, oder weil $Ao = 11,26$, ist sie $1,15$. Dieses giebt für den Hebelarm von $phx\,(13,61)$ den Ausdruck $\frac{x}{2} + 1,15$; und für das Moment des Widerstandes der Mauer

$$phx\,(13,16) \cdot \left(\frac{x}{2} + 1,15\right) = phx^2\,(6,8) + phx\,(15,65).$$

Die Mauer widerstehet noch durch ihre Reibung auf jeder Seite von der Fläche hx; nun ist das Gewicht der Mauer $= phx\,(13,61)$ und $Q = dh^2\,(0,2715)$; dadurch wird der Druck $= dh^2\,(0,2715 - phx\,(13,61)$, und weil bei Mauerziegeln die Reibung $\frac{3}{4}$ des Druckes ist, wird jener ausgedrückt durch $\frac{3dh^2}{4}\,(0,2715) - \frac{3phx}{4}\,(13,61)$ und ihr Moment durch $\frac{3dxh^2}{8}\,(0,2715) - \frac{3phx^2}{8}\,(13,61)$.

Daraus wird für das Gleichgewicht: $dh^2\,(0,0905) = phx^2\,(6,8) + phx\,(15,65) + \frac{3dhx^2}{8}\,(0,2715) + \frac{3phx^2}{8}\,(13,61)$, und setzt man die obigen Werthe von h, p und d; wird $x = -28,38 + \sqrt{806,7806} = 0,09$, oder $\frac{1}{16}$ der Stärke der Contrescarpemauern.

Würde die Ausrundung blos mit, an den Seiten keilartig geformten, Flachziegeln aufgemauert; ist die Höhe der Gewölbsteine und folglich auch der Widerstand im Ganzen geringer, als bei den Rollschichten. Man kann jedoch in diesem Falle die Ziegelschichten des Bogens mit denen der geraden Contrescarpe in guten Verband setzen, so daß in jeder Ziegelreihe ein Mauerstein in der Mitte zerbrechen muß, wenn der Zusammenhang aufgehoben werden soll. Die Festigkeit der Ziegel muß daher in diesem Falle nothwendig mit in Rechnung gebracht werden. Hier ist das Moment der Mauer, wie vorher: $phx^2\,(6,8) + phx\,(15,65)$ zu dem man noch das Moment der Kraft rechnen muß, welche erfordert wird, auf jeder Seite die Verbandsteine mit der Con-

trescarpenmauer zu zerbrechen. Diese Kraft ist durch Versuche auf 440 Pfund bestimmt (s. Ziegel). Da nun der Bruch auf beiden Seiten des Bogens statt finden muß, wird die Gleichung für den Zustand der Ruhe

$dh^2 (0{,}0{,}05) = 3phx^2 + phx (1{,}47) + x^2 . 48 . 48$ Pfund; denn wenn $h = 6{,}0$; die Dicke eines Mauerziegels $= 0{,}055$, und die Kalkfuge $= \frac{1}{8}$ der Dicke, machen 96 Ziegel auf die Höhe h den Verband, und ihr Widerstand wird durch $x . 96 . 48$ ausgedrückt, und sein Moment ist $x^2 . 48 . 24$. Setzt man die Werthe von h, p und d, wird $x^2 + x (0{,}0718) = 0{,}1126$, und folglich $x = - 0{,}0359 + \sqrt{0{,}1126} = 0{,}30$, oder $\frac{3}{5}$ der Stärke der übrigen Contrescarpenmauer.

S.

Sablière. S. Schwelle.

Sacrement-Häuschen, ward ehemals, als man noch die Futtermauern durch Anwendung der Minen zu brechen pflegte, von starken Bohlen auf den über den Graben geführten Damm erbauet, und mit Eisenblech oder nassen Häuten gegen die Kunstfeuer des Belagerten bedeckt, um dem Minirer bei dem Anbrechen des Ganges einen sichern Hin- und Hergang zu gewähren. Späterhin begnügte man sich blos mit einer Schulterwehr auf dem Damme, gegen die Flanke des Bollwerks gerichtet; und in den letzteren Zeiten wird die Sturmlücke immer durch das Geschütz bewirket, daß es jener weitläuftigen Anstalten nicht mehr bedarf.

Sägewerke. S. Tenaille.

Säulen-Ordnungen aus der schönen Baukunst, wurden bis zu Ende des 17ten Jahrhunderts noch zu Verzierung der Thore in Festungen, der Zeughäuser, der Commandantenwohnungen 2c. angewendet. Späterhin ist man jedoch fast ganz von diesen eben so kostbaren als nutzlosen architektonischen Verzierungen abgegangen, seitdem die geldarmen Zeiten auf der Einen Seite Sparsamkeit empfehlen, während auf der andern die Theurung aller Lebensbedürfnisse die Baukosten der Festungen schon um mehr als das Doppelte erhöhet. Wollte man daher dennoch ein zum Kriegsgebrauch bestimmtes Gebäude mit Säulen verziehen; müßte dies immer mit der größten Vorsicht und Ein-

schränkung geschehen, um nicht aus dem — solchen Gebäuden eigenthümlichen — ernsten und feierlichen Charakter zu fallen.

Die Baumeister nehmen 5 Säulen-Ordnungen an, die sich sowohl durch ihre Verhältnisse, als mehr oder weniger reiche Auszierung unterscheiden, von denen aber nur allein die erstern beiden für den Gebrauch bei Festungsgebäuden anwendbar sind. Sie heißen:

1.) die Dorische, 6 Säulen-Durchmesser lang, hat auf ihrem Capitäl glatte Glieder; bisweilen ist ihr Gebälke mit Widderköpfen und Triglyphen verzieret, doch finden sich mehrere Denkmäler des Alterthums ohne dieselben.

2.) die Jonische, 9 Durchmesser lang, unterscheidet sich durch die 4 Schnecken oder Voluten im Capitäl. Sie gewähret schon eine reichere Verzierung als die vorhergehende Ordnung, und ist daher zu den Militairgebäuden wohl noch weniger anwendbar.

3.) Die Corinthische, 10 Durchmesser lang, kann blos für Prachtgebäude bestimmt werden, denn ihr reiches Capital mit Schnecken und Blätterwerk eignet sich nicht für Wacht- und Zeughäuser.

4.) Die Toscanische, 7 Durchmesser lang, ist unter allen die einfachste, und noch am füglichsten an Thoren und Eingängen zu gebrauchen, welches jedoch häufiger mit Plattsäulen oder Pilastern dieser Ordnung geschiebet.

5.) Die Composite endlich, aus der Jonischen und Corinthischen Ordnung zusammengesetzt, eine Geburt gothischer Schnörkelei, kann unter allen in der Kriegsbaukunst am wenigsten Anwendung finden.

Saignée, der Einschnitt in die Zündwurst der Minen, um die Zündung anordnen zu können. S. Zündwurst.

Saillant. S. Ausspringende Winkel.

Samluke. S. Sturmbrücke.

Sandsack (Sac à terre) wird von grobem Drell oder Sacktuch 3 Fuß breit und $2\frac{1}{4}$ Fuß lang zugeschnitten, damit er nach dem Nähen und Füllen noch etwa 1 Fuß dick und 18 Zoll lang lang bleibt, und gegen 1 Würfelfuß Erde enthält, denn $3 . 14 . 49 . 15 = 1728''$. Wollte man ihn größer machen, würde er sich bei den Arbeiten nur mit Beschwerlichkeit behandeln lassen. Man wendet die Sandsäcke sowohl zu dem Batteriebau, als zu den Angriffsarbeiten an, wo sie im Felsenboden oft das einzige Hülfsmittel sind, und den so wichtigen Vortheil eines außerordentlich schnellen Baues gewähren. In der Belagerung von Gibraltar ward eine 12 Fuß hohe, 950 Schritt lange Linie

mit 160000 Sandsäcken in Einer Nacht vollendet. Sie werden bei der ganzen oder vollen Sappe anstatt der Reißbunde, 2 oder 3 über einander, hinter die Zwischenräume der Schanzkörbe gesetzt; man bildet aus 3 Sandsäcken die Schießlöcher auf der Brustwehr der Parallelen, verdämmet die Minen damit, und man bedecket die Faschinendämme über dem Wassergraben mit ihnen. Für diesen Bau sind auf jede Quadrat-Toise Faschinendamm 530 bis 600 Sandsäcke nöthig, davon Ein Mann 30 in jeder Stunde mit Erde füllen und zubinden kann. Bei den Laufgräben und Sappen rechnet man zu Belegung der Brustwehr 24 Sandsäcke auf die laufende Ruthe, und 3 auf jeden Schanzkorb der Sappen. Vauban fordert zu einer Belagerung 50000; späterhin ward ihr Bedarf auf 500 für jedes Geschütz des Belagerungstrains festgesetzt. Zur Vergleichung dienet folgende Uebersicht großer Belagerungen.

	mitgeführte	verbrauchte
	Sandsäcke	
bei Luxemburg 1684.	199049.	109019.
= Mons 1691.	30000.	23000.
= Namur 1692.	113553.	86253.
= Charleroi 1693.	84000.	49700.
= Turin 1706.	174180.	142260.
= Schloß Trarbach 1742.	30000.	

Sappe (Sape), heißt die Laufgrabenarbeit, wenn sie vermittelst 3 Fuß hoher Schanzkörbe, von besonders dazu angelernten Arbeitern — den Sappirern oder Pionieren — verfertiget wird. Sie unterscheidet sich in 1) die flüchtige Sappe (S. volante), 2) die ganze Sappe (S. pleine oder entière), 3) die doppelte Sappe, und 4) die bedeckte Sappe.

1) Die flüchtige Sappe wird von gewöhnlichen Infanteriearbeitern aufgeworfen, die jeder einen Schanzkorb, eine Schaufel und eine Hacke tragen, und von dem Ingenieur in die voraus bestimmte Richtung der Linie geführet werden. Sind sie an dem gehörigen Orte angelangt, setzen sie jeder seinen Schanzkorb neben dem des Vordermannes nieder und fangen an, sich hinter demselben einzugraben, indem sie die Erde theils in den Korb, theils über denselben hinweg werfen. Wenn sie auf diese Weise sich während der Nacht tief genug eingegraben haben, wird der Graben von den sie ablösenden Tagearbeitern mehr verbreitet, und die Brustwehr vorher mit drei Faschinen über einander beleget, um ihr dadurch auf der Krone mehr Stärke zu geben. Auf diese Art wird die zweite Parallele mit ihren Verbindungsgräben nach der Ersten verfertiget. Ueberhaupt wendet man die flüchtige Sappe jedesmal an, wenn das Feuer

des Feindes nicht sehr heftig ist, und man mit der Arbeit schneller vorzurücken wünscht, als

2) mit der ganzen Sappe. Diese gehet gleichsam nur Schritt vor Schritt, weil der Erste Sappirer immer nur Einen Schanzkorb setzet, und diesen mit Erde anfüllet. Er hält sich dabei, so viel als möglich, rückwärts hinter dem schon gefüllten Korbe, und schlägt von Zeit zu Zeit mit der Schaufel an den leeren, um die Erde sich besser zusammen setzen zu machen. Wenn der Erste Schanzkorb gefüllt ist, setzet er einen zweiten und füllet ihn, wie vorher, indem er sich zu dem Ende 1½ Fuß tief und breit eingräbt. Auf ihn folgt ein zweiter Arbeiter, der den Graben um 6 Zoll breiter und tiefer macht. Ein gleiches geschiehet von dem dritten und vierten, so daß zuletzt die Sappe 3 Fuß breit und 3 Fuß tief ist, mit einer kleinen Abdachung zu beiden Seiten. Die letzten beiden Arbeiter legen 3 Faschinen auf die gefüllten Schanzkörbe, auf deren emporstehenden Pfahlspitzen sie jene festschlagen. Während der Arbeit werden Sappenbunde oder Sandsäcke hinter die Zwischenräume der Schanzkörbe gestellet, damit keine Flintenkugel hindurch gehet. Sind aber 20 Körbe gefüllt, werden die Sandsäcke hinten weggenommen und vorwärts gegeben, um keine so große Anzahl derselben zu bedürfen.

Das Vorbringen der Sandsäcke, so wie das Herbeitragen der Schanzkörbe, Faschinen, geschiehet durch die 2te Abtheilung der Sappierbrigade, ebenfalls von 4 Mann, die an die Stelle der ersten 4 treten, wenn nach 1 oder 2 Stunden diese ermüdet sind. Wenn die Ablösung ihre Zeit gearbeitet hat, tritt die Erste Brigade wieder vor; jedoch mit dem Unterschied, daß nun der vorderste Arbeiter zurück kommt, und der vierte wird, während der zweite vorn, an seine Stelle kommt. Nach 8stündiger Arbeit wird die Brigade durch eine neue abgelöst, und haben die Leute 16 Stunden zum Ausruhen. Gegen die Seitenschüsse der Festungswerke decken sich die Arbeiter an der Spitze der Sappe durch einen Rollkorb oder gefüllten Schanzkorb (s. dies Wort), den der Erste Sappirer — so wie er mit der Arbeit fortrücket — vor sich her wälzet, und ihm dabei vermittelst der Sappengabel die gehörige Richtung giebt. In der früheren Zeit bediente man sich auch wohl aus Bohlen verfertigter Blendungen, die auf Rädern beweglich waren, und man scheint sie, mit Unrecht, gegen den weit unbehülflicheren Rollkorb vertauscht zu haben. Setzt man diesen, nach der Angabe einiger Schriftsteller, aus mehreren Schanzkörben verschiedener Größe zusammen, die in einander gesteckt werden, wird er fast ganz unbeweglich und kann aus diesem Grunde nur mit vieler Beschwerde beweget werden; vorzüglich an den Schlägen der Sikzaks, wo man ihn auf einem Viertheilskreise drehen muß. Man läßt ihn daher

gewöhnlich liegen, und nimmt für die neue Wendung der Sappe einen andern Rollkorb. Zweckmäßiger ist es, den Rollkorb mit trocknem Mist, mit Wolle oder altem Tuchwerk vollzustopfen, weil er dadurch weit leichter und beweglicher wird. Wenn die eigentlichen Sappirer mit ihrer Arbeit vorrücken, treten die gewöhnlichen Laufgrabenarbeiter von der Infanterie an ihre Stelle, um die Parallelen und halben Parallelen bis auf 10 Fuß, und die Verbindungsgräben der Sikkaks bis auf 8 Fuß breit auszugraben.

Vauban rechnet, daß in gutem Boden 40 laufende Ruthen Sappe in 24 Stunden fertig, und folglich 19 Schanzkörbe gesetzt und gefüllt werden. Der Erste Sappirer (Chef de Sape) muß demnach stündlich 8 Schanzkörbe setzen und 30 Würfelfuß Erde ausgraben, um sie zu füllen, welches bei den übrigen Arbeiten recht gut anzunehmen ist. In steinigtem Boden hingegen darf man auf kein so großes Tagewerk rechnen, wenn — wie 1734 vor dem Trarbacher Schlosse — die Schanzkörbe blos vermittelst untergelegter Reißbunde Fig. 272. Tab. XXII. gesetzt und mit ähnlichen Bunden gefüllt werden können; denn der Felsen war dort überall kahl und blos mit ein wenig Erde und Moos bedeckt.

Man bedienet sich übrigens der ganzen Sappe zu allen Belagerungsarbeiten, die im Kleingewehrfeuer der Festung ausgeführet werden müssen: zu Anlegung der dritten und der halben Parallelen, der Laufgrabenkatzen und zu dem Couronnement (s. diese Worte). Immer wird jedoch dabei vorausgesetzt, daß das Feuer der Festung gänzlich zum Schweigen gebracht worden ist. Jede Sappenarbeit wird am Tage unausführbar, wenn ihre Spitze mit Kanonen beschossen werden kann, die durch einige wenige Schüsse den Rollkorb zertrümmern und die noch nicht vollendete Brustwehr zerstöhren.

3) Von der letzten Parallele auf dem Glacis gehet man mit einer doppelten Sappe auf der Capitale des ausspringenden Winkels vor. Zu dem Ende setzen 2 Sappierbrigaden 2 einander gleichlaufende Schanzkörbe, 12 Fuß von einander, indem jede Brigade dabei ihren Rollkorb vor sich hat, und beide gleichförmig vorrücken. Der zwischen den beiden Gräben der doppelten Sappe stehen bleibende Erdkamm wird nachher von den Laufgrabenarbeitern vollends hinweggegraben. Gegen das Bestreichen des inneren Raumes durch feindliche Schützen werden von Entfernung zu Entfernung Traversen angeleget, D. Fig. 34. Tab. IV., und zuletzt die Laufgrabenkatzen E E, errichtet, indem die Sappirer sich seitwärts rechts und links, mit dem Kamme des bedeckten Weges gleichlaufend, wenden. Der noch übrige Raum bis in den bedeckten Weg wird dann ebenfalls durch eine doppelte Sappe zurückgeleget.

4) Die bedeckte Sappe ist nichts anders, als eine doppelte, an deren Seitenwände die vorher (Artik. Blendungen) beschriebenen Rähme (Fig. 32. Tab. IV.) gestellt und oben mit Holz, Faschinen und Erde bedeckt werden, um sie dadurch gegen die Granaten und Steinwürfe der Belagerten zu schützen. Die Türken hatten in der letzten Belagerung von Wien 1683 alle ihre Laufgräben auf diese Weise bedeckt, und bedienten sich ihrer zugleich zur Wohnung; und die Alliirten gingen 1701 in der Belagerung von Tournay mit einer bedeckten Sappe zwischen zwei Hornwerken hindurch nach dem vorspringenden Winkel des bedeckten Weges. Ihr Gang war 3 Fuß breit, 5 Fuß hoch und lag 7 Fuß tief. Wenn sie ein Stück von 6 Fuß vorgetrieben hatten, ließen sie die Decke einstürzen, verbreiteten den Gang und versahen ihn mit Traversen, wo es nöthig war.

Sappirer sind auf jede Sappe 3 Brigaden, oder 24 Mann nöthig. Wird demnach der Angriff auf 3 Capitalen geführet, muß man für jede 9 Brigaden oder 72 Sappirer, in Allem 216 Mann haben; ohne den Abgang von Todten und Verwundeten zu rechnen. Berücksichtiget man diesen, werden 250 bis 300 Mann zu der Belagerung einer vertheidigungsfähigen Festung nicht zu viel seyn.

Sappirgeräthe bestehet aus 1) der Gabel, deren Eisen 8 Zoll lang und ein wenig gekrümmt sind, mit einer 10 Zoll langen, starken Dille und einem 5 Fuß langen Stiel, um den Rollkorb damit bewegen und handhaben zu können. Zu demselben Behuf dienet auch 2) der Haken, Fig. 273, einem großen Bootshaken nicht unähnlich, ebenfalls an einen 5 Fuß langen Stiel geschäftet. 3) Die Erdhaue. 3) Die Spitzhaue. 5) Viereckige Schaufeln. 6) Runde Stichspaten. 7) Handschlägel von hartem Holz, 5 Zoll im Durchmesser und 8 Zoll lang, mit einem 3 Fuß langen Stiel. 8) **Sappenbunde** von starken Aesten, 9 bis 12 Zoll dick, 3 Fuß lang, zweimal gebunden. Jedes hat einen $3\frac{1}{2}$ Fuß langen Pfahl in der Mitte, um es feststellen zu können. Solcher Sappenbunde werden etwa 10000 bis 15000 zu einer Belagerung erfordert.

Sarrasine, das Fallgatter.

Saucisson. S. Faschinen und Zündwurst.

Scenographie, die perspectivische Darstellung eines Festungswerkes, Gebäudes ꝛc., welche nicht nur die vordere, sondern auch die verkürzte Seitenansicht desselben gewähret.

Schacht oder Brunnen der Minen (puits), bildet gewöhnlich den Eingang der Angriffsminen, und wird zu dem Ende von der Oberfläche des Erdbodens eingesenket (s. Abteufen.). Er hat nächstdem auch noch die Bestimmung: bei sehr tief liegenden Minengeweben, wo man nicht vom Tage herein graben kann, die Richtung der Minengänge zu bestimmen, ihnen einen frischen Luftzug zu verschaffen, und die Fortschaffung der Erde, so wie überhaupt die Arbeit zu erleichtern. Sie werden zu diesem Endzweck 6 bis 10 Ruthen von einander gelegt, und mit Schachtgevieren oder Rähmen, hinter welche die Schwartenpfähle getrieben sind, gegen das Einrollen der Erde befestiget.

Die Weite des Schachtes hängt von der Weite der Minengänge ab auf welche sie abgeteufet werden, und beträgt demnach 3, 4 bis 6 Fuß, wenn vielleicht mehrere Minengänge sich durchkreuzen, oder mit Holz ausgesetzt waren, und nun ausgemauert werden sollen. Die Stärke der Rähmhölzer ist nach diesem Verhältniß:

Wenn der Schacht 3 Fuß ins Gevierte hat: 3 und 4 Zoll.
= = = 4 = = = = 4 = 5 =
= = = 6 = = = = 5 = 6 =

Die Flügelrähme haben in jeder Dimension 1 Zoll mehr.

Schacht-Minen verdanken ihre Entstehung unbezweifelt den im Feldkriege bisweilen gebrauchten Fladderminen, die der Französische Minir-Hauptmann Boule vor Bergen op Zoom auf den Festungskrieg anwandte, und zu dem Ende eine kleine Schrift aufsetzte. Um ein 21 bis 24 Fuß tief liegendes Minengewebe anzugreifen, schlägt er vor: mit den Laufgräben rasch bis über dasselbe vorzugehen und hier eine Anzahl Schächte, von 18 Zoll ins Gevierte abzuteufen, wozu man sich scharfer Stichspaten und Erdscheeren, oder rechtwinklich gebogener Schaufeln mit 3 bis 16 Fuß langen Stielen bedienet. Wenn der Schacht die gehörige Tiefe hat, läßt man den Pulverkasten abcd mit 300 bis 400 Pfund, vermittelst eines Seiles fg Fig. 264, welches die beiden Haken h faßt, hinab; setzet die Leitrinne mit der Zündwurst in die Oeffnung m, und stampfet den Schacht mit der ausgegrabenen Erde wieder voll. Es ist jedoch klar, daß sich dieses Verfahren nur in gutem, festem Boden ausführen läßt; daß hingegen in lockerem die Seitenwände sogleich einstürzen würden, wenn man nicht vielleicht Mittel findet, sie durch leichte Bohlenrähme zu unterstützen. Bis dahin ist es nothwendig, den Schacht 24 und 28 Zoll ins Gevierte groß zu machen, damit der Minirer hinabsteigen, einen etwa 10 Zoll weiten Korb anfüllen, und den Schacht mit Bohlen aussetzen kann.

Bei der Anwendung dieser Schachtminen (puits à la boule) scheinet des Major Monzé Vorschlag: den Versatz



durch verstärkte Ladungen entbehrlich zu machen und dadurch die Arbeit bedeutend abzukürzen, sehr zweckmäßig. Von den zu Metz angestellten Versuchen geleitet, stellt dieser verdienstvolle Minirer folgende unbezweifelte Sätze auf:

1) Da das Pulver bei seiner Entzündung, im Ersten Momente derselben, einen 14000 mal größeren Raum einnimmt, als vorher; muß ein Theil des expansiblen Gases gegen die Seitenwände des Behältnisses wirken, sobald das Pulvervolumen größer als $\frac{1}{14000}$ desselben ist.

2) Bei einerlei Ladung und Tiefe des Brunnens wird die Wirkung des Fluidums gegen die Wände des letztern um so größer, je enger er ist.

3) Da die Wirkung mit der Größe der Ladungen wächst, muß sie zuletzt ihr Behältniß zerstöhren, sobald der Widerstand der Seitenwände aufhöret größer zu seyn, als die Ausdehnung der durch die stärkste Ladung erzeugten Flüssigkeit.

4) Bei schwachen Ladungen tritt der Versatz an die Stelle einer größeren Pulvermenge; und umgekehrt kann eine stärkere Ladung den Versatz vertreten.

5) Der Versatz wird demnach durch eine verhältnißmäßige Pulvermenge zum Theil oder ganz entbehrlich gemacht. Das Verhältniß der verstärkten Ladungen zum Versatz ist in fester Thonerde (die 15 Pfund Ladung auf jede Würfeltoise erfordert) nach den zu Metz gemachten Erfahrungen:

Pulverladung.		Versatz.	
Gewöhnliche	= 1.	ganzer	= 1.
$\frac{1}{4}$ verstärkt	= $1\frac{1}{4}$.	verringert	= $\frac{2}{3}$.
$\frac{1}{2}$ —	= $1\frac{1}{2}$.	—	= $\frac{1}{3}$.
verdoppelt	= 2.	—	= 0.

6) Man kann auch für den gewöhnlichen Versatz irgend ein anderes, leichteres, weniger Raum einnehmendes Mittel, wie z. B. eine stark abgesteifte Thüre von Bohlen nehmen. Mouzé macht dem zufolge den Pulverkasten der 2 Fuß weiten Schachtminen nur 1 Fuß groß, und giebt ihm einen 2 Fuß großen Deckel abcd Fig. 264, der sich dicht an die Wände des Schachtes schließt, und die Wirkung der Ladung einigermaaßen zu erhöhen dienet.

Liegen die zu quetschenden feindlichen Minengänge so tief, daß eine sehr starke Pulverladung nöthig ist; würde die Größe des Pulverkastens ihn zu unbeweglich machen. Man faßt hier das Pulver in 18 Zoll lange und 10 Zoll weite Säcke von sehr dichtem Drell oder Parchend, jeden zu 30 Pfund, die sich leicht durch angestellte Arbeiter bis zu dem Minenschacht hinreichen lassen. Hier leget sie ein im Schacht stehender Minirer zurecht, und wenn die Hälfte der ganzen Anzahl geleget ist, wird die Leitrinne mit der Zündwurst eingesetzt (s. Couronnement.).

Es ist nicht zu zweifeln: daß die Erfindung dieser Schachtminen — zu Abkürzung der Arbeit stärker geladen und ohne Versatz gezündet — zu neuen und wichtigen Resultaten bei dem Angriff der unterirdischen Vertheidigungen führen wird.

Schanzkörbe (gabions), eins der unentbehrlichsten Hülfsmittel des Angriffskrieges. Sie sind von zweierlei Art: kleine und große. Jene, die auch Sappenkörbe heißen, sind 2½ bis 3 Fuß hoch und 2½ Fuß weit. Größer, würden sie zu schwer werden, und von den Arbeitern, die auch noch Schaufel und Hacke dabei haben, nicht so leicht getragen werden können. Ihre Verfertigung ist bekannt genug, so daß es keiner näheren Beschreibung derselben bedarf. Man bedienet sich am besten dazu eines kreisrunden Lehrbretes von 24 Zoll — auch wohl in einzelnen Fällen nur 18 Zoll — mit 5 oder 7 halbrunden Ausschnitten an ihrem Umfange, in welche die 3 Fuß langen Pfähle geschlagen werden. Man macht die letzteren auch wohl 3½ Fuß lang, so daß der Korb oben und unten 6 Zoll lange Spitzen hat, wenn man auf sehr abfallendem Boden sappiren muß, wo die Schanzkörbe ohne Spitzen nicht stehen bleiben. Oben und unten bekommt jeder Korb einen 6 Zoll hohen Kranz, der zwischen jedem Paar Pfählen mit Weeden festgebunden wird.

Die erforderliche Menge dieser kleinen Schanzkörbe bestimmt sich durch die Ausbreitung der zweiten Parallele und der von ihr vorwärts getriebenen Laufgräben, indem man 4½ auf die laufende Ruthe rechnet. Ein Vorrath von 15000 kleinen Schanzkörben ward daher in den 1744 von den Franzosen in Deutschland geführten Belagerungen gleich anfangs für nothwendig gehalten. In der Belagerung des Trarbacher Schlosses wurden 4892 Schanzkörbe verbrauchet; und in der Belagerung von Freiburg 1744 wurden zu dem Logement auf dem vorspringenden Winkel des Ravelins erfordert:

zu dem 12 Ruthen langen Verbindungsgraben	72	Schanzk.
das Logement auf dem Kamme des Glacis	60	—
der Haken und die halbe Parallele, zusammen 10 Ruthen	60	—
auf 2 Traversen in die Sappe	40	—
	232	oder

überhaupt 300 Schanzkörbe.

Zu den Faschinendämmen über den Hauptgraben erfordern die Schulterwehren 12 Schanzkörbe auf jede laufende Ruthe, weil sie doppelt gesetzt werden. Bei Freiburg 240.

2) Große Schanzkörbe, die unter dem Namen des Rollkorbes dem Sappirer zur Deckung dienen, sind 3 Fuß wenigstens weit und 5 Fuß lang. Sie werden von stärkeren Aesten

geflochten, und müssen 3 Kränze bekommen: Einen in der Mitte und Einen an jedem Ende. S. Sappe.

Bisweilen werden die Schanzkörbe auch zu dem Batteriebau angewendet, aber in diesem Falle auch von der Artillerie verfertiget. Man sehe Schanzkorb im Wörterbuche der Artillerie. Ein vierspänniges Fuder Strauchholz giebt 20 kleine Schanzkörbe, oder 9 Rollkörbe. S. Belagerungsentwurf.

Schachtel des Minirers. S. Zündschachtel.

Schanzzeug (Outils) zu einer Belagerung. S. Belagerungsentwurf.

Schartenzeilen (Merlons) dürfen nicht zu schmal seyn, weil sie außerdem durch die schrägen Schüsse des Feindes zu bald zerstöhret würden. Werden in Erdwällen die Schießscharten, wie gewöhnlich, vorn 9 Fuß weit gemacht, und stehen die Geschütze 18 Fuß von einander; bekommt die Schartenzeile vorn ebenfalls 9 Fuß Breite. Montalembert, der seine gekuppelten Kanonen (pièces accolées) um 10 Fuß auseinander setzt, kann hier den Schartenzeilen vorn nicht mehr als $2\frac{1}{2}$ Fuß und hinten $7\frac{1}{2}$ Fuß zur Breite geben. Weil sie sich jedoch bei dem Erdbau so nicht erhalten würden, unterstützt er sie durch Holzstücken, welche die Einfassung der Schießscharten machen.

Schaufel (pelle), ist in festem Boden, wo der Arbeiter genöthiget ist, die Hacke vorher zu gebrauchen, unter allen Umständen dem Stichspaten und Grabscheit vorzuziehen. Sie gewähret wegen ihres etwas gekrümmten Blattes und längeren Stieles eine größere Erleichterung der Arbeit als die letzteren beiden, mit denen der Gräber sich tiefer bücken muß.

Scheere. S. Grabenscheere und Zangenwerk.

Schenkel der Gewölbe. S. Widerlagen.

Schießlöcher für das kleine Gewehr (Crenaux) müssen mit Berücksichtigung der Schußlinie und des möglichen horizontalen Gesichtsfeldes zur besten Vertheidigung in die Schutzwehren gebrochen werden, je nachdem diese von Stein oder Holz sind. Wird demnach eine 3 Fuß dicke Mauer mit Schießlöchern versehen; giebt es dreierlei Mittel, um auf 120 Schritt einen 100 Fuß breiten Raum aus 33 Schießlöchern, die 3 Fuß von einander stehen, zu bestreichen:

a) indem man das Schießloch 12 bis 20 Zoll lang, inwendig 3 Zoll, außen aber 1 Fuß weit macht.

b) indem man dasselbe, umgekehrt, äußerlich nur 4 Zoll, innerlich aber 1 Fuß weit macht.

c) durch gleichförmige Vertheilung der Erweiterung nach außen und innen; so daß in der Mitte der Mauerstärke die engste Stelle ist. In diesem Falle dürfen die beiden größten Breiten nicht über 6 Zoll seyn.

Obgleich diese hier angeführten 3 Arten die gangbarsten sind, und den Vortheil gewähren: das Einbringen des Gewehres zu erleichtern; haben sie doch den wesentlichen Nachtheil, daß der Feind sie durch ein hinein geschobenes Gewehr leicht verstopfen kann, wenn sie auch 7 bis 8 Fuß hoch über dem äußern Terrain liegen. Es ist daher besser:

d) die Schießlöcher, sobald man von außen an die krenelirte Mauer kommen kann, mehr breit als hoch zu machen, indem man sie bei den vorher gegebenen Maaßen mit ihrer größten Länge horizontal leget. Bei dieser, eigentlich veralteten Gestalt der Schußscharten ist es nicht möglich, sie von außen zu verstopfen.

e) den nämlichen Vortheil gewähret auch die von dem General v. Pullet angegebene dreieckige Form der Schießlöcher, Fig. 274. Hier kann der Feind immer nur 2 Seiten durch sein hineingeschobenes Gewehr zuklemmen, und der Vertheidiger dennoch durch die dritte Oeffnung herausschießen.

Ist die Wand — wie bei hölzernen Caponieren, Tambours rc. — nur 8 bis 12 Zoll dick, darf das Schießloch auch nur 12 Zoll lang, auswendig 6 Zoll und inwendig 3 Zoll weit gemacht werden. Es liegt zugleich in Schränkwänden nach seiner Länge horizontal, in aufrecht stehenden Hölzern, Pallisaden, Thoren rc. aber senkrecht.

Damit der Soldat bequem hindurch feuern kann, sind die Schießlöcher inwendig nicht über 4½ Fuß, in den obern Stockwerken der Vertheidigungsthürme aber nur 3 Fuß, oder noch weniger (i. Fig. 57.) über den Fußboden erhoben. Auswendig dürfen sie, wegen des vorher angeführten Nachtheiles nicht unter 7 Fuß vom Horizonte oder von der Grabensohle stehen, wenn nicht ein Wassergraben oder ein ähnliches Hinderniß die Annäherung des Feindes verbietet. Einige Kriegsbaumeister haben zwar vorgeschlagen: die unterste Reihe Schießlöcher dichte am Erdboden herausgehen zu lassen, weil es auch hier dem Feinde unmöglich ist, sein Gewehr hinein zu schieben. Allein, sie können alsdann leicht beim Angriff durch vorgesetzte eiserne Schaufeln verschlossen und unthätig gemacht werden.

Sind die krenelirten Gallerien nicht hinten offen oder mit großen Luftlöchern h. Fig. 59 und 60. Tab. V. versehen, müssen oberwärts allezeit über jedem dritten Schießloche Abzüge bb. Fig.

54. angebracht werden, um den Rauch aus den Zündlöchern der Gewehre abzuleiten.

Schießscharten (embrasures) für das grobe Geschütz, weichen in ihren Maaßen in sofern von einander ab, als sie entweder durch einen Erdwall, durch eine mehr oder minder starke Steinmauer oder durch eine Holzwand geben. Da man sie, wegen der Schwierigkeit, das Geschütz zu bewegen, und wegen der Beschädigung der Backen durch den Dunst, nicht nach außen verengen darf, wie die Schießlöcher für das kleine Gewehr, giebt man ihnen gegenwärtig die entgegengesetzte Form A Fig. 275. so daß FG = 18 bis 20 Zoll und HL = 9 Fuß ist. Auf diese Weise ist die Bedienung des Geschützes gegen die Frontschüsse möglichst gedeckt, und man kann dem Geschütz bei einer 20 Fuß dicken Brustwehr eine Seitenrichtung von 11° geben; denn

Log. Sin. tot.	=	10.0000000.
Log. rL = l. 50″	=	1.6989700.
Log. Gr = l. 240″	=	2.3802112.
Log. Tang. 11°46′	=	9.3187588.

Da sich jedoch der Pulverdunst unter einem Winkel von 6° auf jeder Seite ausbreitet; so ist klar, daß bei jeder, 5° übersteigenden Seitenrichtung die Backen der Schießscharten von demselben sehr beschädiget werden müssen, wie auch die Erfahrung genugsam lehret. Man darf deshalb auch die blos mit Faschinen verkleideten Schießscharten — obschon das Geschütz eine bestimmte, unveränderliche Richtungslinie hat — auswendig nie unter 6 Fuß öffnen.

In den älteren Zeiten machte man die Schießscharten von der Fig. 275. B. vorgestellten Form, so daß sie in der halben Stärke der Brustwehr bei EF am engsten waren und sich ein- und auswärts erweiterten. Weil jedoch die beiden Ecken E und F fast bei jedem Schusse durch den Dunst mit fortgerissen wurden und fortwährende Ausbesserungen nöthig waren; rückte man jene Ecken EF näher an die innere Böschung, daß sie von dem Dunst nicht mehr beschädiget werden konnten. Man hat jedoch auch diese Einrichtung, so wie die — von einigen vorgeschlagene — sägenförmige Richtung m m der Schießschartenbacken D. Fig. 275. verlassen und nur die erwähnte einfachere A. beibehalten.

Die Sohle der Schießscharten bekommt nach Verhältniß der Wallhöhe eine Abdachung auswärts, die jedoch nie über 6° oder auf jeden Fuß der Stärke $1\frac{1}{10}$ Zoll betragen kann, weil die Lafeten keine tiefere Senkung des Geschützes gestatten. Macht die Stellung des Zieles eine schräge Richtungslinie (A B Fig. 275) der Schießscharten nöthig, muß man ihre äußere Breite cD senk-

recht auf jener messen, damit die Scharte nicht zu enge wird. Die Brustwehr bekommt zugleich hinten einen Ausschnitt spr, um das Geschütz nahe genug an die Schießscharte, und gerade vor dieselbe stellen zu können. Da diese schrägen Schießscharten gewöhnlich in die Courtine, oder überhaupt auf gegen das direkte Feuer gedeckten Punkten gemacht werden; ist von der eben erwähnten Verschwächung der Brustwehr kein Nachtheil zu besorgen. Die Backen der Schießscharten werden immer mit schwachen Faschinen, oder sogenannten Batteriewürsten verkleidet, damit sie von der Erschütterung des Schusses nicht einfallen. Diese Arbeit wird immer von der Artillerie verrichtet, und ihr Detail daher hier übergangen. (S. Schießscharten und Batterien im Wörterb. der Artillerie.)

Weil man sich, mit Unrecht, vor den Schüssen in die Schießscharte fürchtete, haben einige die Verdoppelung der Brustwehr oder Schirme (s. dies Wort) angerathen; haben aber dabei das Geschütz der vollen Wirkung der Schleuderschüsse ausgesetzt gelassen, die den Wallgang nach seiner Länge bestreichen, und deren Einer mehrere Laffeten zertrümmern kann. Dem sind die Gribeauvalschen Wallaffeten — vermittelst deren man ohne Schießscharten über die Brustwehr feuern kann — selbst noch mehr ausgesetzt als die gewöhnlichen. Montalembert will deshalb die Kanonen auf dem Walle kuppeln (accoler), d. h. zwei und zwei dichte zusammen zu stellen, daß die Mittellinien der Scharten nur 10 bis 11 Fuß von einander entfernt sind. Die Schartenzeile bleibet demnach hinten nur 9 und vorne nur 4 Fuß breit, und würde dem feindlichen Geschütz nicht lange widerstehen, wenn sie nicht bis in die halbe Brustwehrstärke mit 12 Zoll starken Hölzern verkleidet und vorn ganz aus Faschinen aufgeführet würde. Zwischen 2 Paaren Kanonen liegt dann jedesmal eine, in der Anlage, 18 Fuß starke Traverse. Für die Küstenbatterien, deren Geschütze ein größeres Feld bestreichen müssen (s. Küstenbatterie.), hat man den Grundsatz aufgestellt: daß sie keine Schießscharten haben dürfen, um den Kanonen bis 45° Seitenrichtung geben zu können. Allein, bei Anlegung jeden Geschützstandes müssen zwei gleichwesentliche Bedingungen berücksichtiget werden: a) die Mittel zur Gegenwehr, und b) der Schutz, welchen sie diesen gewähret, und ohne den sie nicht lange thätig bleiben könnten. Es ist klar: daß von zwei Batterien, die dem Feinde am meisten schaden wird, die ihm am längsten Widerstand zu leisten vermag. Kein Mittel, das Geschütz und die zur Bedienung desselben nöthigen Leute zu erhalten, darf vernachlässiget werden, wenn man nicht vielleicht dadurch eine entschiedene Ueberlegenheit über den Feind erlanget. Nur in diesem Falle ist es erlaubt sich bloszustellen und etwas aufzuopfern, um dem Feinde einen empfindlichen Verlust zu ver-

ursachen. Die Strandbatterien sollen dem zahlreichen Geschütz der Schiffe widerstehen. Sie können daher nie mit zu großer Sorgfalt gedeckt werden; und es hieße seinen Vortheil ganz verkennen, wenn man hier das Geschütz ohne allen Schutz dem heftigen Feuer einiger Schiffe aussetzen wollte. Denn schon 2 Schiffe, jedes von 64 Kanonen, werden dasselbe mit fast 60 schweren Kanonen beschießen, während die in die Mastkörbe postirten Schützen die Artilleristen tödten oder verwunden. Man unterlasse daher nie, die Strandbatterien mit Schießscharten, und diese mit Büchsenschuß-freien Blendladen zu versehen (s. Schußladen.). Um diese anbringen zu können, wird die Brustwehr jedes Geschützstandes — sie mag nun aus Erde oder Stein bestehen — mit starken Balkenhölzern AA, aa, B. C. D. E und b. c. d. e. Fig. 237. 238. 239. Tab. XVIII. eingefaßt, die durch Riegel KK verbunden sind, und durch die gut verbolzten Stiele m und Rähme nn gehalten werden. Andere Hölzer ii dienen zu Verkleidung der Scharten, die 10 Fuß mit ihrer Mittellinie von einander liegen, und so weit geöffnet sind, daß jede Kanone 30° Seitenrichtung, oder ein Gesichtsfeld von 60° hat. Bei der Anwendung dieser ausgetrempelten Scharten zu den Festungsbatterien würde es jedoch keiner solchen Größe des Gesichtsfeldes bedürfen; eine Oeffnung von 20° würde hier völlig hinreichend seyn.

Da diese Einrichtung der Schießscharten keinen Schutz gegen die Wurffeuer gewähret, muß man zu Erreichung desselben die Geschützstände mit Stielen und Rähmen einfassen, um sie oben mit starkem Balkenholz, Faschinen und Erde bedecken zu können, Fig. 96. Tab. VIII., und sich dadurch hölzerne Kasematten zu verschaffen, wenn es an zweckmäßig eingerichteten steinernen fehlt.

Obgleich man bei Berechnung des Inhaltes der Wälle auf den Inhalt der Schießscharten niemals Rücksicht nimmt, weil die davon erhaltene Erde zu mancherlei Behuf verwendet werden kann; könnte doch aus andern Gründen die Berechnung des erwähnten Inhaltes nothwendig werden. Wäre die Tiefe der Schießscharte 4 Fuß, ihre Breite hinten 20″, vorn 8 Fuß, die die Böschung der Backen auf jeder Seite 6 Zoll; so ist

$$\frac{108'' + 96''}{2} = 102'' \text{ die äquirte vordere, und } \frac{20+32}{2} = 26''$$

die äquirte hintere Breite der Schießscharte, die, multiplizirt mit der Tiefe, 4 Fuß oder 48 Zoll, den Inhalt der Fläche giebt. Es ist demnach $\frac{4896'' + 1248''}{2} \cdot 216'' = 383$ Würfelfuß 724 Zoll, der Inhalt der Scharte, wozu noch der des vorderen dreieckigen

eckigen Prismatis der Böschung addirt werden muß, um den ganzen Inhalt $= 447\frac{1}{4}$ Würfelfuß zu bekommen.

Die, durch die Frontmauer der Defensivkasematte gebrochenen Schießscharten hängen, in Hinsicht ihrer Weite, weniger von der Stärke der erstern ab, als die der Erdbrustwehren, weil die Steine keinen Schaden durch den Pulverdunst leiden. **Montalembert** stellet den Grundsatz auf: das Rohr des Vier und Zwanzigpfünders müsse allezeit bis 2 Fuß 2 Zoll von der äußern Mauerfläche in die Schießscharte reichen, um die letztere nicht zu weit öffnen zu dürfen, und doch auch nicht von dem feindlichen Geschütz getroffen werden zu können. Da nun die Kasemattenlafette Fig. 241. 242. 243. Tab. XIX. von dem Mittelpunkte ihrer Seitenbewegung B bis an die Mündung 4 Fuß 8 Zoll hat: wird man dem obigen Grundsatz zufolge den Punkt B 6 Fuß 10 Zoll von der äußern Mauerfläche, 10 Zoll aber von der innern bestimmen müssen, um die Laffete gehörig bewegen zu können. Bekommt demnächst die Schießscharte nach dem Vorschlag des Marquis inwendig eine 2 Fuß dicke Holzverkleidung, bleibt 4 Fuß für die Mauerstärke des eigentlichen Geschützstandes. Wäre demnach die Mauer dicker als 4 Fuß, würde man sie an dieser Stelle um so viel verschwächen müssen, um die Verkleidungshölzer anbringen zu können. Soll nun eine Schießscharte mit 35° Oeffnung gezeichnet werden, fälle man aus ihrem Mittelpunkte A die Richtungslinie A B bis auf die Linie y z, die 6 Fuß 10 Zoll von der äußern Mauerfläche c d, und 2 Fuß 10 Zoll von der innern i k abliegt. Aus dem dadurch erhaltenen Bewegungsmittelpunkte B werden mit $17\frac{1}{2}$° Oeffnung auf jede Seite die Linien B L und B K gezogen, von denen man 3 Zoll für den halben Durchmesser der Seele von K und L bis E und F, und $7\frac{1}{2}$ Zoll für den halben Durchmesser der Kopffriesen von F und E bis an die Linie g h auswärts trägt, um die Seitenlinien der Schießscharte Q H o m und R I p n zu bekommen, die durch die, aus B mit $4\frac{1}{2}$ Fuß und 5 Fuß gezogenen Constructionsbögen o p und H I vereiniget werden. Die schräge Fläche aber, welche die Sohle der Schießscharte verbindet, wird durch 2 andere Bögen bestimmt, r r mit 4 Fuß 10 Zoll und t t mit 4 Fuß $3\frac{1}{2}$ Zoll aus B gezogen.

Um die Bedienung der Kanone gegen die losgeschossenen Steinstücke zu sichern, und zufällige Beschädigungen leicht wieder ausbessern zu können, werden auf die beiden Sohlstücken andere Hölzer, 3 Fuß $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und 14 Zoll breit, l m und k n geleget, daß bis an den Obertrempel M N eine Höhe von 3 Fuß bleibet; welches auch die innere Höhe der Schießscharte ist, deren Form in senkrechter Richtung eben so, wie in waagerechter bestimmt wird. Diese Backenhölzer m O n

werden in die Stile i und k eingelassen, hinter 1 und 2 verbolzet und durch die stehenden mit den Ober- und Unter-Trempeln verzapften Riegel zusammengehalten.

Soll die Schießscharte eine schräge Richtung bekommen, ist das Verfahren genau das eben beschriebene, nur daß hier die horizontalen Backenstücke von verschiedener Länge sind. Im Allgemeinen ist jedoch zu bemerken: daß der Winkel K B L von 35° dennoch in Praxi keine so große Seitenrichtung erlaubet, weil ein so nahes Hinstreichen der Kugel längst der Mauerfläche H Q und I R nicht ohne Nachtheil statt finden kann. Man müßte entweder die Schießscharte auf jeder Seite 6 Zoll weiter öffnen, oder sich mit einem Gesichtsfelde von 26° bis 28° begnügen.

Auf manchen Punkten erfordern die Schießscharten der Kasematten eine weitere Oeffnung des Winkels, um ein größeres Feld bestreichen zu können. Der Marquis von Montalembert construirt diese Scharten, bei derselben äußern Weite von 5 Fuß, mit 3 Bewegungspunkten B, B^1 und B^2 Fig. 242; Tab. XIX., indem er den Scheitel des Winkels K D L, 4 Fuß hinter A oder die vordere Mauerfläche c d leget. Aus diesem Scheitelpunkt D wird ein Winkel von 57° = K D L gezogen und der vordere Theil der Schießscharte auf die vorher beschriebene Weise gestaltet. Man bekommt dadurch zugleich die hintern 3 Bewegungspunkte der Laffete B^1, B und B^2 auf der Linie y z, deren mittlerer B ein Gesichtsfeld von 25° giebt. Zu Bestimmung der hintern Schartenöffnung werden von B^1 D und B^2 D auswärts 7 Zoll gesetzt und dadurch die innern Wände der Schießscharte M m und N n bestimmt, die sich mit der Linie m o und n p verbinden, und in o und p an die Abdachung für die Kopffriesen der Kanone stoßen.

Müssen die Schießscharten eine sehr schräge Richtung bekommen; wird eine Verstärkung der Stirnmauer nothwendig, weil die Ecke bei I durch eine zufällig dahin treffende Stückkugel, wegen ihrer geringen Stärke, leicht hinweg geschlagen werden würde. Die Verstärkung der Mauer erleichtert demnächst auch die Anbringung der, von dem Marquis von Montalembert vorgeschlagenen Drehladen, der unten weiter gedacht werden wird (Art. Schußlade). Vermittelst der 3 Bewegungspunkte B, B^1 und B^2 und des bis D vorgerückten Scheitelpunktes des Richtwinkels wird hier eine sonst ungewöhnliche Seitenrichtung von 60°, A L (Fig. 243.) möglich; bey der die Scharte ein Gesichtsfeld von $33\frac{1}{2}$° und dennoch nur 6 Fuß Oeffnung Q R hat. Bey dieser Lage der Scharte durchschneiden sich die Axe derselben a b und die Richtlinie a B im Punkte D und die Axe A b fällt ganz außerhalb der Schießscharte, obgleich sie allein die Schräge derselben bestimmt. Stärkere Stirnmauern erfor-

dern vorn eine größere Oeffnung der Schießscharten, oder gewähren ein schmäleres Richtfeld für das Geschütz. Bey einer so überlegenen Menge Kanonen jedoch, als der Marquis in seinen Kasematten aufstellet, ist es so gut als unmöglich, daß irgend eine feindliche Batterie es gegen sie aushalten könne. Man kann sich daher ohne Bedenken mit der von ihm vorgeschlagenen Mauerstärke begnügen. Nur dann muß diese größer seyn, wenn das Gewölbe, seiner Einrichtung nach, keine größere Anzahl Geschütze faßt, als der Feind dagegen aufstellen kann. Es wird diesem immer noch schwer werden, in dem ungleichen Gefechte, mit völlig bedeckten Kanonen, deren 5 Fuß breite, $2\frac{1}{2}$ Fuß hohe Schießscharten ihm ein nur schwer zu treffendes Ziel darbieten.

Bey der wirklichen Ausführung dieser gemauerten Schießscharten findet sich jedoch eine Schwierigkeit besonderer Art, die der Marquis von Montalembert nicht berücksichtiget zu haben scheint. Wenn die Umstände die Anwendung der aus Stein gehauenen Fenstergewände verbieten, werden Kappstücke von sehr starkem eichenen Holze erfordert, damit sie nicht durch Eine daran schlagende Kugel zertrümmert werden, und die auf ihnen ruhenden Steine herunter stürzen sollen. Diese haben aber den Nachtheil, daß sie durch die Fäulniß zerstört werden. Bauet man demnach mit Ziegeln, muß auch der obere Theil der Schießscharte, zu Bewirkung des erforderlichen Widerstandes gegen den Druck der darauf liegenden Mauer, gewölbt werden. Dies ist der wahrscheinliche Grund, warum die Schießscharten im steinernen Fort auf der Rheede von Cherbourg nicht in der eben beschriebenen Form ausgeführet, sondern oben rund gewölbt worden, dadurch aber auch äußerlich weit mehr geöffnet sind, weil man auf den Dunst des Geschützes Rücksicht nehmen muß, der die Mauerziegel aus der Sohle oder den Backen der Schießscharte heraus reißt, wenn er in seiner — nach der Erfahrung 6° betragenden — Ausbreitung auf sie trifft.

Die Construction solcher Schießscharten wird durch den Fugenschnitt kegelförmiger — d. h. sich nach vorn erweiternder, Gewölbe erhalten. Fig. 277. Tab. XXIII. Man setzet nemlich H T senkrecht auf die Axe S C, wo C T die Böschungsanlage in der Mitte des Schlußsteines andeutet, um die Stirn zu bekommen, deren Durchschnitt C H ist. (Fig. 278.) Auf dieser Linie wird C A senkrecht errichtet und = C H, oder um so viel kleiner als C H gemacht, als der Unterschied des verdruckten Bogens beträgt, wenn die Schießscharte nach einen solchen gewölbt werden soll. C ist der Mittelpunkt für den innern und äußern Bogen der Stirn, der in eine ungleiche Anzahl Theile getheilet wird, aus denen man die senkrechten Linien 1 F, 2 f, und 1 p, 2 P auf C H und A C fället.

Aus der Spitze des Kegels S ziehet man die vertikalen Projectionen der Lagerflächen s F, s f, deren wahre Längen man bekommt, wenn man sie auf s G, s g herum trägt, g, 2 f = f, 2, G; 1 f = F 1 macht, und s, 2 f; s, 1 f ziehet. Dadurch sind alle Flächen der Gewölbsteine bekannt:

1) Die der innern Rundung B h bestehen aus zwei jener Lagerflächen und einer Sehne 1. 2. des vordern Bogens.
2) Die Stirnflächen werden durch A s 1 B gegeben ꝛc.
3) Die Lagerflächen durch die Lagerlinien s F ꝛc. und die Halbmesser der Stirn. Die Mauerstärke der Kasematten giebt die Länge N h und dadurch den innern kleinen Bogen, N H r an den gewöhnlich ein ähnliches, jedoch kleineres Gewölbe D E F G Fig. 279, angesetzt ist, um die Schießscharte zu bilden. Da nun hier die äußere Sohle der letztern C K abhängend, die innere F G aber waagerecht ist; machen beide Flächen zusammen einen Winkel, der die Summe der Lagerflächen zweyer, in D E an einanderstoßender halber Kegel ist. A B S giebt hier den Grundriß des großen und F G K den des kleinern. Jener macht mit der Directionslinie S K sowohl in horizontaler als senkrechter Lage schiefe Winkel; denn man siehet: daß A K S nicht = B K S ist. Man muß hier zuerst die horizontale Projection der Stirn suchen, um alsdann durch die Projection der Lagerflächen und die Einziehungen die wahre Länge jener Flächen zu bekommen. Zu dem Ende wird B R willkührlich senkrecht auf A B errichtet, und der Abdachungswinkel R B T gemacht. Durch die Spitze des Kegels S ziehet man ferner S R gleichlaufend mit A B; so auch durch die Punkte p^1, p^2, der Abtheilungsprojection des mittlern Kreises D h E andere Linien, auf welche man die Höhen p^1 1, p^2 2, p^3 3, p^4 4 trägt in 1^n, 2^n ꝛc. um durch diese Punkte und R die Durchschnittslinien 4^m, 1^m, 3^m, 2^m ziehen zu können, wo durch auf der Abdachung B T die Punkte zu den Parallelen von A B, 4^t 4^m, 1^t 1^m, 3^t 3^m, 2^t 2^m, zu bekommen, woraus man endlich A x B für die Projectionslinie der Stirn erhält. Durch die Punkte 1^t, 2^t ꝛc. werden die senkrechten 1^t r, 2^t 2 ꝛc. auf A B gezogen und durch die Bögen r 1^c = B r^m, r 2 = B 2^m, q 3^2 = B 3^m und q 4 = B 4^m die Punkte 1^c, 2 ꝛc. zu der halben Ellipse A X B gefunden. Durch die Theilungspunkte der Stirn und den Punkt K der Axe, ziehet man die Stirnfugen, die wegen der Schräge der Schießscharte hier jedoch sehr ungleich fallen. Man kann übrigens mehr Gleichförmigkeit unter den Gewölbsteinen der Stirn hervorbringen, ohne einigen Nachtheil daraus zu be-

sorgen. Man hat auf diese Weise die Projection der Lagerflächen, und die Höhe des Stirnbogens; folglich alles, um sowohl jene als die untere Seite der Gewölbsteine zu bilden. Bey Wölbung der schrägen Schießscharten finden sich jedoch einige Schwierigkeiten zu beseitigen; wozu hier noch die Mittel angegeben werden müssen. Man ziehet zu dem Ende die Directionslinie der Scharte M N, hier schräge auf der innern Mauerfläche L G F stehend. (Fig. 280 Tab. XXIII.) Nachdem man nun die Tiefe des Schartenhalses n C von jener auswärts getragen hat; bestimmt man die halbe Breite desselben A C = B C, rechtwinklich auf der Directionslinie M N, nach Verhältniß der Metallstärke des Geschützes, und der letzterem zu gebenden Seitenrichtung, zu 6 bis gegen 12 Zoll. Letzteres ist auch die gewöhnliche Tiefe des Halses C N, bey geraden Scharten; bey schrägen hingegen muß man noch den kleinen Catheten N n des Drenecks N F n dazu setzen. Aus der Breite A B wird alsdann die äußere Oeffnung der Schießscharte, nach Verhältniß der größern oder kleinern Mauerstärke, durch den Winkel von 6° gefunden, unter dem sich, nach der Erfahrung, der Dunst des entzündeten Schießpulvers ausbreitet. Wollte man die Schießscharten noch mehr verengen, würden die Mauersteine aus den Backen derselben B E und A x heraus gerissen werden.

Um die äussere Oeffnung der Scharte zu bekommen, trägt man gewöhnlich die Weite von beiden Seiten der Axe, ziehet die Punkte mit der schmalen Oeffnung A B zusammen und dann die Linien B F und A I mit A x und B E parallel. Allein bey gewölbten, schrägen Schießscharten ist dies Verfahren nicht anwendbar. Denn 1) entstehen dadurch zwey ungleiche Kegelschnitte D S E und G s F, deren Axen S M und s m nicht in der gegebenen Directionslinie N M liegen, und daher bey dem Zusammenstoßen des innern und äußern Gewölbes in A B keinen regelmäßigen Bogen bilden würde. 2) Dürfen die innern Backen B F den äußern nicht parallel seyn, wenn man nicht für die Gewölbe vier ganz verschiedene Viertheilskegel bekommen will, von denen kein Maurer oder Steinmetz im Stande wäre, die Wölbung auszuführen. Um demnach ein regelmäßiges Gewölbe zu bekommen, wird durch den Punkt M die Linie O P gleichlaufend mit A B gezogen, und die halbe äußere Weite auf jede Seite nach O und P getragen, wodurch man die Richtung der Backen A O und B E bekommt, und den innern Theil derselben diesen beiden Linien gleichziehen kann B F und A G. Weil man jedoch hier das Geschütz nicht nahe genug an die Schießscharte stellen könnte, muß die innere Mauerfläche nach der Richtung L K F ausgebrochen, und alsdann

nach beendigtem Grundriß das Profil der Scharte aufgetragen werden, Fig. 281, wo gewöhnlich der Theil der Sohle m C waagerecht, und der andere nach dem zu beschießenden Gegenstande abwärts geneiget ist, C M. Soll die Verbindung der großen und der kleinen Oeffnung durch Gewölbsteine bewirkt werden, welche beiden Bögen gemein sind; macht man für das dazu nöthige Schrägemaaß die Projection der Seitenfugen und der beiden innern Bögen, verlängert dann die Sehne 1 2 nach O bis auf den Durchmesser A B, und ziehet die Linien V O R und K O S nach den Spitzen der beiden Kegel, um die Schnitte der beiden untern Bögen mit dem Horizonte, und dadurch das Schrägemaaß für ihr Zusammenstoßen zu bekommen.

Man setzt nun 1 q auf die Linie A B in O Q, wo man die senkrechte Q 2 = q 2 errichtet. Ein gleiches thut man auf O 2 in dem Punkte 2, und durchschneidet dadurch O Q in x, wo man abermals V K senkrecht auf O Q ziehet, welche die Abschnitte des Horizontes S K und R V durchschneidet. Aus x wird x 2 nach X gesetzt und endlich dadurch der verlangte Winkel K X V für die beiden innern Gewölbeflächen der Schießscharte bestimmt.

Sollen viereckige Schießscharten gemacht werden, die weder eine aus festem Stein gehauene Kappe, noch eine Unterlage von Holz oder Eisen bekommen; muß man sich des geraden Gewölbes bedienen Fig. 282 Tab. XXIII, dessen Schluß — wie bei dem gewöhnlichen — durch die keilförmige Gestalt der Gewölbsteine bewirkt wird. Man theilet zu diesem Behuf die Schlußweite, vermittelst der Senkrechten E C, A B in die Hälfte, macht das gleichseitige Dreieck A B S und beschreibt den Bogen A F B, den man in eine ungerade Zahl gleicher Theile A 1, 2, 3 rc. theilet, und durch diese Punkte, aus dem Scheitel S, die Lagerflächen der Gewölbsteine bis auf den Rücken L G ziehet: n x, o y rc. Setzet man den Mittelpunkt des Bogens bis C herunter, werden die äußersten Fugenschnitte A a, B b weniger schräge und die Winkel bei q und r nicht so spitz, wodurch sie mehr Widerstand leisten und nicht so leicht zerbrechen. Zwar haben die Baumeister diesem Umstande abzuhelfen gesucht, indem sie einen Theil des Fugenschnittes r x senkrecht hauen, so daß bei r ein Vorsprung entstehet, für den der Nebenstein eine Einbucht bekommt. Allein, dieser untere Theil trägt alsdann nichts mehr zur Festigkeit des Schlusses bei, der nicht mehr durch q Z, sondern bloß durch r z bewirket wird. Besser würde man daher thun — wenn sonst die Wiederlager A P M und B I O fest genug sind, — den Mittelpunkt des Kreisbogens C noch tiefer herunter zu rücken. Man kann zugleich, um der eigenthümlichen Schwäche dieser Gewölbe zu begegnen, entweder Einschnitte g m, e f,

1 2 in die Steine machen, mit denen sie sich auf einander stützen; oder man versiehet sie mit Haken x 5, 6 8 7, H 10 q.
Ist man gezwungen, das Mauerwerk von Ziegeln aufzuführen, würden entweder besondere Gewölbsteine zu den scheidrechten oder geraden Bogen geformt und gebrannt, oder wenigstens Mauersteine von $1\frac{1}{2}$ gewöhnlicher Länge angewendet werden müssen, wenn man keine aus dem Ganzen gehauene Fensterkappen auf die Schießscharten zu legen hat.

Schild des Minirers (Mantelet oder Couvre-corps) wird aus 18 Linien dicken tannenen Brettern gemacht, 5 Fuß hoch, 22 Zoll breit, hinten mit 2 Handgriffen. Aeußerlich wird es mit Tauwerk und zuletzt mit Blech überzogen, damit es fest gegen den Flintenschuß ist. Der Minirer bedient sich desselben beim Gefecht in der Gallerie, um sich gegen die Pistolen- und Stutzenschüsse des feindlichen Minirers zu sichern.

Schildbogen wird bei den Kreuzgewölben von zwei Pfeilern an der Stockmauer gebildet.

Schilderhäuser (guerites) waren ehedem von Stein auf den ausspringenden Winkel angebracht, so daß sie vermittelst des Rundenweges unter einander Verbindung hatten, und man durch 3' breite Einschnitte in der Brustwehr hinaus ging. Vauban schaffte zwar bei den von ihm theils neu erbauten, theils abgeänderten und verstärkten Festungen den Rundenweg ab, behielt aber die Schilderhäuser bei, die zierlich in Stein gehauen waren, mit vergoldeten Lilien oben auf, und deren Kragsteine oder Unterlagen besonders mit allegorischen Bildern zu Ludwigs XIV. Ruhme prahlten. In Deutschland findet man diese steinernen Schilderhäuser nur noch an einigen alten Festungen und weniger reich verziert; denn gegenwärtig bedient man sich allgemein bloß der hölzernen, die auf dem Wallgange an die nöthigen Orte gestellt werden, wohlfeil und leicht fortzubringen sind: da die steinernen noch besonders den Nachtheil haben, dem Belagerer die ausspringenden Winkel der Werke sehr deutlich zu bezeichnen.

Schirme (Mantelets) sind von zweierlei Art: 1) aus starken Dielen und mit Eisenblech überzogen, auf niedrigen Rödern beweglich; um die Spitze der Sappe gegen das kleine Gewehr des Feindes zu decken. Ein solcher Schirm war 6 Fuß breit und 5 Fuß hoch; hinten mit einem Lenkbaum versehen, um ihn vorwärts schieben und ihm die nöthige Richtung geben zu können. Man bediente sich wohl auch eines Wollsackes, der auf einem ähnlichen Gestelle mit Rädern lieget. In der

neuern Zeit sind diese Schirme gänzlich aus dem Brauch gekommen, und die — leichter zu verfertigenden, obgleich weniger beweglichen Rollkörbe (Gabions farcis) an ihre Stelle getreten. 2) Eine andere Art Schirme von Erde und Faschinen dienen als Contrefacen niederer, vielleicht schwacher oder gemauerter Brustwehren. Um nun das Geschütz der letztern gebrauchen zu können, müssen jene mit Vorscharten versehen seyn u. u. f.

Schirrholz (bois de remontage) ist in einer Festung für den Belagerungsstand von allen Gattungen und Dimensionen nöthig; sowohl für die Artillerie, zu Laffeten rc., als zu Wagen, Erdkarren und jedem andern Gebrauch. S. Ausrüstung der Festungen.

Schlag (retour) heißen bei den Minenzungen und Laufgräben die Wendungen, welche die neben ihnen liegende Biegung rückwärts mit dem vorliegenden Aufwurf (der Haken, Crochet) decket. Dieser Haken ist 1 bis 2 Ruthen lang, und dienet zugleich: damit die sich in den Verbindungsgräben begegnenden Truppenabtheilungen sich ausweichen können. S. Laufgräben.

Schlägel auch Bleischlägel (Masse) dienet bei dem Festungsbau zu mancherlei Gebrauch. Sie werden entweder von Holz, in der Form eines gewöhnlichen Hammers gemacht, sieben Zoll im Durchmesser, 8 bis 9 Zoll lang, mit einem drei Fuß langen Stiel; in diesem Falle müssen sie mit eisernen Ringen umlegt werden und sind dennoch dem Spalten sehr unterworfen. Oder sie haben die Gestalt eines 6 Zoll hohen Zylinders, 9 Zoll im Durchmesser, aus der Wurzel eines harten und festen Holzes, durch dessen Grundfläche der Stiel gehet. Diese Gattung ist die vorzüglichere, dem Zerspringen nicht ausgesetzt, und man thut nicht so leicht Fehlschläge damit, als mit der erstern Art.

Schlagbalken heißet die obere Schwelle oder der Holm der Sturmschleusen.

Schlagbaum (Herisson) ist ein, in der Mitte beweglicher Balken, der vermittelst einer Kette mit seinem vordern Ende nieder gezogen wird, um den äußern Eingang der Außenwerke zu verschließen. Er ist zu dem Ende, gleich den spanischen Reitern, mit hölzernen oder besser mit eisernen Federn versehen, denn die hölzernen sind auch mit einem scharfen Säbel leicht abzuhauen.

Schlagbrücke, s. Brücke.

Schlaggatter, s. Gatterthore und Pallisaden.

Schlagmine, s. Schuß.

Schlagständer ist derjenige Ständer, an welchen sich das Schleusenthor anleget, wenn es verschlossen ist.

Schleifen der Festungen (raser) geschiehet aus zwei verschiedenen Gründen: entweder im Verfolg eines Friedensschlusses mit einem überlegenen Feinde, der sich dadurch des Uebergewichtes über den Besiegten versichern will; oder wenn man im Begriff stehet, ein erobertes feindliches Land wieder zu verlassen. Die sehr verschiedenen Absichten, welche hier zum Grunde liegen, machen auch eine ganz verschiedene Anordnung der Arbeiten nöthig. 1) Ist man durch Traktaten dazu gezwungen; kann man vielleicht bei veränderten Umständen in den Fall kommen, die Festung wieder herstellen zu wollen. Hier geschiehet demnach das Schleifen bloß durch Handarbeiten, mit möglichster Schonung desjenigen Mauerwerkes, dessen Wiederaufbau viel Zeit und Kosten erfordert. Die Futtermauern der Gräben bleiben unberührt; bloß die letztern werden mit der Erde der Wälle ausgefüllt, und die Poternen abgetragen. Man ist dadurch im Stande, in kurzer Zeit und mit dem halben Aufwande die Festung wieder vertheidigungsfähig zu machen. Die vorhandenen Minengewebe werden deshalb auch nur in den am weitesten vorspringenden Aesten gesprengt, die Haupt- und Verbindungsgänge aber bloß zugeschüttet: die Kasematten aber, mit Beibehaltung des Wiederkaufsrechtes, um einen geringen Preis an die Bürger verkauft. Soll im Gegentheil 2) eine feindliche Festung, in deren Besitz man ist, wieder verlassen und deshalb vertheidigungslos gemacht werden; muß man sich mehr des Pulvers, als des Spatens bedienen. Hinter den Futtermauern werden Minenkammern an die Fundamente gelegt, um sie zugleich mit dem Wall in den Graben zu stürzen. Eben so werden **alle**, oder doch **fast alle** bomben-sicheren Räume gesprengt, die nicht ohne einen sehr bedeutenden Aufwand von Zeit, Geld und Materialien wieder gebauet werden können. Vorzüglich sind hier die Kasematten in den Flanken und an allen den Punkten zu berücksichtigen, wo sie zugleich zur Vertheidigung dienen können; weniger nachtheilig ist es, die **Durchgänge** unangetastet zu lassen. S. **Sprengen**.

Schleudern (frondes) sollten in keiner Festung fehlen, um Hand- und selbst 4- bis **7pfündige** Haubitzgranaten da-

mit in die feindlichen Logementer werfen zu können. Bei der geringen Weite, auf welche man die Granaten durch den Wurf mit der bloßen Hand bringen kann, fügen sie dem Feinde nur wenig Schaden zu. Anders würde sichs dagegen verhalten, wenn man die Schleuder, dieses Kriegswerkzeug der Wilden und der alten Griechen und Römer wieder in Brauch brächte. Man würde dadurch im Stande seyn, die Handgranaten bis auf 250 Schritt zu treiben, und den Spitzen der feindlichen Sappen dadurch viele Hindernisse in den Weg zu legen. Die Schleudern sind von Leder, 2 bis $2\frac{1}{4}$ Fuß lang, in der Mitte 6 bis 8 Zoll breit und gegen beide Enden sich bis auf $1\frac{1}{2}$ Zoll verjüngend. An dem hintern Ende ist eine Schleife, um die Schleuder an den Handknöchel befestigen zu können, wenn man die Granate auf den breiten Theil leget um ihr durch schnelles Schwingen die erforderliche Schnelligkeit und Flugkraft mitzutheilen.

Schleußen (Ecluses) haben seit ihrer Erfindung eine mehrfache Bestimmung erhalten, der zufolge sich auch nothwendig ihre Bauart abändert. Ihr ältester Gebrauch war unbezweifelt: den Mühlen jeder Art das nöthige Wasser zuzuführen, zu welchem Zweck es nur einer sehr einfachen Vorrichtung bedurfte. Man staute das Wasser eines Flusses oder Baches vermittelst einer, quer über denselben geführten Wand, d. h. eines Wehres (woraus späterhin der Name Batardeau, Bär entstanden ist) bis zu einer gewissen Höhe auf; und nöthigte es dadurch, seitwärts in die Mühlenarche oder das Schußgerinne zu fließen. Hier wird es entweder auf die Räder des Mühlwerkes geleitet, oder vermittelst der eingesetzten Schutzfalle zurückgehalten und durch eine Freiarche oder einen Ueberfall abgewiesen, der gewöhnlich an der Seite des Mühlengerinnes angebracht ist. Die größeren Schifffahrtsschleußen von Holz oder Stein scheinen gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts in Holland aufgekommen zu seyn; denn Simon Stevin redet in seinem Werke 1618 von ihnen, als von einer neuen Erfindung. Bestimmt, die Schifffahrt über starke Strombeschleunigungen, oder durch einen Verbindungskanal zweier Flüsse von verschiedenem Wasserstande möglich zu machen; sind sie an ihrem Eingange und an ihrem Ausgange mit Thorflügeln versehen, zwischen denen die hindurch gehenden Schiffe eingeschlossen werden, um in der Schleußenkammer das Steigen oder Sinken des Wassers abzuwarten — je nachdem letzteres in den Schleußen an- oder abgelassen wird — und alsdann ihren Weg weiter fort zu setzen. Nicht zufrieden mit diesem so vortheilhaften Gebrauch, hat man sie auch in den Seehäfen zu Erleichterung des Schiffbaues und — unter dem

Namen der Spählschleußen zur Reinigung der Häfen von dem sich darin anhäufenden Sand und Schlamm angewendet. Man füllet nämlich die Docken nach Gefallen mit Wasser an, um das fertige Schiff heraus zu bringen, ohne es der Gefahr auszusetzen, vielleicht beim Ablaufen vom Stapel Schaden zu leiden, oder um ein beschädigtes Schiff ohne alle Mühe zur Ausbesserung auf das Werft zu legen. In das Gebiet der Kriegsbaukunst, um die Festungen durch Ueberschwemmungen, oder durch in die Gräben strömende Gewässer zu verstärken; sind sie höchst wahrscheinlich zuerst durch den Niederländer Simon Stevin gezogen worden. Ein früherer Versuch der Einwohner von Montargis in Frankreich 1426 darf jedoch nicht ganz mit Stillschweigen übergangen werden. Von den Engländern belagert und hart gedrängt, staueten sie den Loinfluß vermittelst einer darin befindlichen Mühlschleuße dermaßen auf, daß er nicht nur das feindliche Lager, sondern auch die ganze Stadt überschwemmte, und die Engländer sich zurückziehen mußten.

Um den Festungen eine so wichtige Verstärkung zu verschaffen, wie eine sich vor mehrern Fronten ausbreitende Ueberschwemmung (w. n. i.) sind bloß Stauschleußen nöthig, deren Einrichtung sich auf die Beschaffenheit der anzuschwellenden Wassermenge, und auf den Widerstand gründet, den sie der letztern entgegen setzen müssen. Ein Schleußenspiel (Manoeuvre d'eau) in den trockenen Festungsgräben aber, um sie während des feindlichen Angriffes nach Willkür voll Wasser zu lassen, oder wieder auszuleeren, und dadurch einen Theil der Belagerungsarbeiten vergeblich zu machen, oder vermittelst eines hervorgebrachten heftigen Stromes die feindlichen Brücken, Faschinendämme ꝛc. im Graben mit fortzureißen, wird vermittelst der Bären (s. dies Wort) und der in ihnen angebrachten Schutzfallen bewirket.

Diese Schutzfallen oder Stellfallen sind der Hauptbestandtheil der Einlaß- und Abzugschleußen (écluses de chasse et de fuite) in den Bären der Festungsgräben. Sie bestehen aus der — gewöhnlich doppelten — Hebeleiste A, die in ihrem obern Theile mit Löchern versehen ist, um sie vermittelst eines eisernen Nagels auf dem Holme B Fig. 288 feststellen zu können. Sie sind 3 Fuß breit, gegen die Wasserseite mit 2 Zoll dicken eichenen Dielen, auf der andern Seite aber mit 1 Zoll dicken kienenen Brettern übernagelt, die sich zwischen den zu beiden Seiten in den Stein gesetzten Laufklatten oder Ständern bewegen und sich unten an die quer herüber liegende Schwelle lehnen. Um die angemessene Stärke der Schutzfallen zu finden erwäge man: daß mit ihrer Breite auch der Druck des Wassers wächst, weil er sich um so mehr

von dem Stützpunkte A E und F D Fig. 287 entfernt; da man ihn sich als in der Mitte des Schutzbrettes H K vereinigt gedenken muß. „Jener Druck verhält sich demnach bei zwei Schutzfallen von verschiedener Breite und gleicher Höhe wie die Quadrate der Breiten," oder der Hebelarme C H und B R. Jede Wassersäule, die auf eine senkrechte Linie R Q $= a$ drückt, läßt sich durch ein rechtwinkliches Dreieck G R Q ausdrücken, dessen Hebelarm L M vorstellet. Setzt man B H $= \frac{BC}{2} = b$; die Dicke H O $= c$, und S M $= x$; so drückt $d\,x$ die Dicke der Wassersäule R G Q aus, diese wird demnach $\frac{a^2\,d\,x}{2}$ und ihr Druck $= \frac{a^2\,x\,d\,x}{2}$, wovon die Integrale $\frac{a^2\,x^2}{4}$ für die Summe aller Drucke auf den Raum zwischen L M, oder $\frac{a^2\,b^2}{4}$ oder $\frac{p\,b^2}{2}$ für die Summe des Druckes zwischen B H $= \frac{B\,C}{2}$; wenn nämlich $p = \frac{a^2}{2}$ und $x = b$ gesetzt wird. Da nun das Doppelte den Druck auf die ganze Stellfalle ausdrückt; da ferner $a\,c$ das Profil des Schutzbrettes ist, welches durch den Hebelarm $\frac{2}{3}\,c$ vermehret, $\frac{2\,a\,c^2}{3}$ für den Widerstand der Stellfalle längs der Linie H K giebt, bekommt man dadurch für den Zustand des Gleichgewichtes $p\,b^2 = \frac{2\,a\,c^2}{3}$. Ist nun die Dicke der Schutzfalle i dem Zustande des Gleichgewichts entsprechend, und will man sie für eine andere Falle von der Breite d bestimmen; so wird die vorhergehende Gleichung $p\,d^2 = \frac{2\,a\,x^2}{3}$, oder $\frac{3\,p}{2\,a}\,.\,d^2 = x^2$, und $\frac{2\,p}{3\,a}\,.\,b^2 = c^2$; und daher

$\frac{3\,p}{2\,a}\,.\,b^2 : \frac{3\,p}{2\,a}\,.\,d^2 = c^2 : x^2$ oder $b^2 : d^2 = c^2 : x^2$, „oder auch $b : d = c : x$; bei gleicher Wasserhöhe aber verschiedener Breite müssen sich die Dicken zweier Stellfallen wie die Breiten verhalten."

Wäre endlich die Breite und die Höhe verschieden, und demnach die erste $= a$ und die zweite $= m$; so wird $p = \frac{m^2}{2}$, und folglich $\frac{m^2\,d^2}{2} = \frac{m\,x^2}{3}$ für $p\,d^2 = \frac{2\,a\,x^2}{3}$; setzt man

$\frac{a^2}{2}$ für p, wird $\frac{a^2\ b^2}{2} = \frac{2\ a\ c^2}{3}$ oder $\frac{a\ b^2}{2} = \frac{2\ c^2}{3}$; endlich $\frac{a\ b^2}{2} : \frac{m\ d^2}{2} = \frac{2\ c^2}{3} : \frac{2\ x^2}{3}$ oder $b \sqrt{a} : d \sqrt{m} = c : x$. Da der Wasserdruck gegen die Schutzfalle von oben herunterwärts in arithmetischer Progression zunimmt; fällt der Schwerpunkt des ganzen vereinten Druckes in N, welches $= \frac{2}{3}$ K H ist; er übt demnach seine größte Stärke unterwärts aus, und machet eine Schwelle A D Fig. 287 nothwendig, an welche sich die Schutzfalle mit ihrem Untertheile lehnen kann. Aus demselben Grunde muß auch diese Schwelle gut in den Boden und in die Seitenwände der Schleuse eingelassen werden.

Nicht allein aber die Schleußen in den steinernen Bären, sondern auch überhaupt alle andere Einlaß- und Ausflußschleußen können durch bloße Schutzfallen verschlossen werden, sobald sie nicht viel über 4 Fuß breit sind. Jedoch können diese Fallen bei vermehrter Breite nicht mehr blos vermittelst eines Hebels beweget werden; dieses muß durch Maschinen geschehen, die mehr oder weniger zusammengesetzt seyn können, je nachdem man die Kräfte erhöhen und weniger Arbeiter anwenden will, welches oft sehr wichtig ist. Zu den einfachen Maschinen gehöret das Winderad (Fig. 289. a), um dessen Welle b sich die Zugtaue c wickeln, und die Schutzfalle d aufziehen, oder bei entgegengesetztem Umdrehen, herablassen. Man kann zu Erleichterung der Bewegung Kloben mit beweglichen Scheiben an der Schutzfalle anbringen. Die letztere unterscheidet sich übrigens von der nur 2½ bis 3 Fuß breiten durch ein stärkeres Eisenbeschläge, durch welches die Dielen mit den Riegeln vereiniget werden.

Die Schleuße selbst bekommt, gleich den Schiffahrtsschleußen, einen Schleußenboden, gemauerte Wangen und einen Vorboden (s. diese Worte). Belidor verlangt überdieses ein Fallgatter (w. n. i.) gegen die äußere Seite, um jedem feindlichen Ueberfall zu begegnen. Dies ist jedoch überflüssig, weil ja der Feind nicht durch die verschlossenen Schleußenthore eindringen kann. Wohl aber sollte die Schutzfalle immer unter einem bombenfesten Gewölbe liegen, sobald die Anstauung des Wassers wesentlichen Einfluß auf die Stärke der Festung hat, denn nur in diesem Falle darf man sich zu einem so kostbaren Baue entschließen.

Schon bei einer Schleußenbreite von 14 Fuß ist der Druck des Wassers groß und erschweret die Bewegung der Schutzfalle sehr; bei noch größeren Breiten würde es beinahe unmöglich seyn, sie aufzuziehen, wenn sie eine dem Wasserdruck angemessene Stärke hat, und dieser noch durch die, bei dem Aufziehen entstehende Strömung vergrößert wird. Um daher durch schnelles Ablassen einer großen Wassermasse eine plötzliche Wir-

tung im Festungsgraben hervorzubringen; wird man sich mit gutem Erfolg bei der dazu bestimmten Schleuße eines **Drehthores** (s. dies Wort) bedienen. Dieses ruhet mit dem, ihm zur Axe dienenden Ständer, A B Fig. 290. 291. unten in einer metallnen Pfanne, und läuft mit der Spindel oben am Rähmen RS in einem eisernen Bügel. Um das Thor fester zu verschließen, daß es durch den Gegendruck des Wassers nicht sich von selbst öffnet, befindet sich der Ständer AB nicht in der Mitte seiner Breite, sondern auf $\frac{7}{18}$ oder $\frac{4}{9}$ derselben von X nach Z, wodurch der Wasserdruck auf XY größer ist, als auf YZ, und das Thor auf der Stauseite (amont) fest gegen das, in die Seitenmauern, 8 bis 14 Zoll tief, eingearbeitete Lager e f h andrückt. Denn das Thor selbst ist auf jeder Seite 6 bis 12 Zoll breiter, als die Schleuße. Weil jedoch diese Einrichtung das Oeffnen des Thores sehr erschweret; werden in dem längern Theile ML eine oder zwei Zugfallen R angebracht, um durch Aufziehen derselben das Gleichgewicht im gegenseitigen Wasserdruck wiederherzustellen; daß alsdann nur wenig Kraft nöthig ist, den längern Theil P gegen das, schon stärker auf den kürzeren Theil O drückende Wasser zu bewegen, und diesem einen freien Durchgang zu lassen, indem das Thor sich an die auf den Schleußenboden gebolzten **Schlagknaggen** S lehnet. Ist die Zugfalle R wieder herabgelassen, bedarf es nur eines geringen Stoßes, und das Thor wird durch den Druck des Wassers gegen den längeren Theil, beinahe von selbst wieder verschlossen.

Will man einen großen Strom aufhalten, um durch seine übertretenden Gewässer eine Ueberschwemmung zu bilden, lassen sich am schicklichsten die Brückenjoche dazu anwenden, indem man zwischen ihnen die Stauschleußen anbringt. In Valenciennes sind diese auf der Schelbebrücke blos durch 10 **Schutzfallen** verschlossen; man hat zu dem Ende den, zwischen den Ufermauern 63 Fuß breiten Fluß durch drei, $5\frac{3}{4}$ Fuß starke, gemauerte Pfeiler getheilet, die zusammen 17 Fuß in der Breite einnehmen und für den Durchgang des Wassers 46 Fuß übrig lassen. Diese sind dergestalt eingetheilet: daß zwischen den steinernen Pfeilern 2; 3; 2, 3 Schutzfallen kommen, die 14 und 15 Zoll starke hölzerne Ständer zwischen sich haben. Die letztern sind in 12 und 14 Zoll starke Schwellen eingelassen, haben 10 und 12 Zoll starke Streben, und einen 15 und 10 Zoll starken Holm, der das ganze Schleußenwerk verbindet, das eine Stauhöhe von 8 bis 9 Fuß Wasser aushält.

Für noch zweckmäßiger zu dem Verschließen der Stauschleußen in Festungen hält **Belidor** (Architect. hydraul. Part. II. Tom. 2; §. 912. seq.) eine Vorrichtung mit 1 Fuß dicken, 9 Zoll hohen eichnen Balken, welche in die Einschnitte der 10 Fuß im Lichten von einander stehenden Pfeiler geschoben werden, in-

dem man sie vermittelst der, 18 Zoll von den Enden auf beiden Seiten eingeschlagenen Haken mit Seilen herabläßt. Da hier das Wasser immer nur gegen die Seitenfläche Eines Balken drückt, ist die Bewegung sehr leicht, und man hat den Vortheil: das Wasser höher oder niedriger zu spannen, indem man mehr oder weniger Balken einleget. Zwei auf diese Art eingerichtete Schleußen sperren das Wasser der Seille in Metz, und verursachen eine, $1\frac{1}{2}$ Stunde große Ueberschwemmung, die von den umliegenden Anhöhen eingeschlossen, gar nicht abgeleitet werden kann. Drei Pfeiler, 10 Fuß hoch, 9 Fuß dick und 36 Fuß lang — mit doppelten Einschnitten, um zwei Reihen Balken einlegen zu können — bilden vier Oeffnungen, jede 10 Fuß weit, und stauen das Wasser 20 Fuß hoch an, weil der Schleußenboden 6 Fuß über den Grund des Flusses erhoben ist. Wegen des hier sehr guten Baugrundes ist diese Schleuße ohne alles Rostwerk gebauet und blos durch eine Spundwand gegen das Unterwaschen gesichert. Die Grundmauer ist jedoch 6 Fuß über die Mauerfläche herausgerückt. Eine andere ähnliche Schleuße liegt unter dem Walle, und ist mit 2 Bögen von 12 Fuß, die einen 9 Fuß dicken Widerlagepfeiler zwischen sich haben, 60 Fuß lang und 15 Fuß hoch, überwölbet. Auch die drei Oeffnungen der steinernen Maasbrücke zu Sedan können auf dieselbe Weise mit Balken verschlossen werden, denn in der vierten liegt eine Walkmühle. Da die Brückenbögen 30 Fuß weit sind; liegt ein starker Balken von einem Pfeiler zum andern, und wird zu beiden Seiten von 2 Ständern gehalten, die um die Hälfte ihrer Dicke in die Seiten der steinernen Pfeiler eingelassen sind. Ein anderer noch stärkerer Ständer ist in der Mitte des Bogens unten in eine Schwelle verzapfet, durch 2 Streben unterstützet und eben sowohl an den Querbalken als an den steinernen Gewölbbogen befestiget. Zwischen ihn und die Seitenständer am Pfeiler werden alsdann die Schutzbalken in den dazu bestimmten Falz eingeleget, um das Wasser bis zu der erforderlichen Höhe anzuschwellen.

Schleußenboden (Radier) muß eben sowohl bei den Stau- und Ablaßschleußen der Festungen, als bei den Schifffahrtsschleußen auf das stärkste verwahret werden, damit das, oberhalb vor der Schleuße stehende Wasser sich nicht einen Weg unterwärts bahnen und durch den Boden hervordringen, oder ihn wohl gar in die Höhe sprengen kann. **Belidor** (Architect. hydraul. Part. II. Tom. 1.) verlangt deshalb ein doppeltes Rostwerk mit einer doppelten Bedeckung von starken Dielen; es scheinet jedoch zweckmäßiger: den Boden durch eine mehrfache Reihe von **Spundpfählen** (w. n. i.) gegen das Eindringen des Oberwassers zu sichern. Denn findet dieses Eindringen

einmal statt; wirket das Wasser auf jeden Quadratfuß Fläche des Schleußenbodens mit einer, seiner Höhe, multipliziret mit 64 bis 66 Pfund, gleichen Kraft, der keine Verbindung zu widerstehen vermöchte. Die Zahl der anzubringenden Spundwände selbst hängt von der mehr oder weniger lockern und wasserreichen Beschaffenheit des Grundes ab; denn nicht nur hindern jene das Eindringen des Wassers unter den Grund der Schleuße: sondern sie schneiden auch den letzteren in kleinere Abtheilungen ab, aus denen sich das Wasser mit geringerer Mühe und Aufwand herausbringen läßt. Im Allgemeinen werden in schlechtem Boden erfordert:

a) Eine Spundwand außerhalb des Vorbodens, von 6 Zoll dicken Pfählen;
b) die zweite, am Anfang der obern Thorkammer, von 4 Zoll dicken Spundbohlen; bleibt in gutem Boden weg;
c) die dritte, senkrecht unter dem Thore, oder der Schutzfalle, scheidet das Oberwasser von dem Unterwasser, und muß, wegen ihrer Wichtigkeit, aus 8 Zoll starken Pfählen bestehen.
d) die vierte, unter dem Abschußboden, vertritt zugleich die Stelle einer Strebe gegen den oberen Boden; sie bestehet aus 6 Zoll starken Pfählen, oder allenfalls auch aus 4 zölligen Spundbohlen.
e) die fünfte, von Spundbohlen, kommt bei doppelten Schleußen an das Ende der Kammer, und wird daher bei den bloßen Stauschleußen weggelassen.
f) die sechste, am Ende der untern Thorkammer, aus 8 Zoll dicken Pfählen. Bleibt ebenfalls bei Stauschleußen hinweg.
g) die siebente und achte, unter dem Hinterboden, aus 4 Zoll starken Spundbohlen; beschränkt sich bei den Stauschleußen auf Eine, am untern Ende der Schleuße.

Auf die Spundwände und die dazwischen eingerammten Rostpfähle werden die Längen- oder Rostschwellen gestrecket und queer über diese liegen die Grundschwellen, zwischen die vierzöllige eichene oder kiehnene Bohlen genagelt werden, und theils als Rostbelag unter den Seitenmauern, oder auch als Schleußenboden dienen. Sie werden mit einem halben Spund gefalzet und mit verkeilten hölzernen Nägeln auf die Rostschwellen befestiget. Hat die Schleuße Dreh- oder Anschlagethore, muß der Boden, so weit diese spielen, so wie auf dem Abfall, noch eine zweite Decke von zweizölligen eichenen Dielen bekommen. Ausführliche Nachricht vom Schleußenbau findet sich bei Belidor l. c. und in Eytelweins Wasserbau im 7ten Abschnitte.

Schleußenkammer (Sas) ist insbesondere bei Schiffahrtsschleußen derjenige Raum, worin sich die Schiffe aufhalten, wäh-

während das Wasser ein- oder ausgelassen wird. (Man sehe am angef. Ort.)

Schleußenmauern (Bayngors), die Seitenwände der Schleußen, werden nach eben den Grundsätzen erbauet, wie die senkrechten Futtermauern (s. dies Wort und Rostwerke.). Sie beugen sich am Eingange der Schleuße etwas auswärts in den Erdboden, damit sich das Wasser keinen Weg um sie herum bahnen kann. Die Biegungen heißen dann die Schleußenflügel.

Schleußenspiel (Manoeuvre d'eau) in den Festungsgräben zu Verstärkung des Vertheidigungsvermögens, bestehet in der Möglichkeit, durch Oeffnen und Schließen der Schleußen in den Bären die trocknen Gräben einer Festung nach Willkür mit Wasser anfüllen zu können, ja selbst einen heftigen Strom in ihnen hervorzubringen, wozu schon oben (Artik. Graben) die Mittel angegeben worden. Wäre jedoch auch nicht ein Fluß in der Nähe, um das Wasser desselben in die Gräben fallen zu lassen: kann man sich die erforderliche Wassermasse auch durch einen — vielleicht innerhalb des bedeckten Weges angebrachten — Teich verschaffen, der jedoch so eingerichtet seyn muß, daß der Feind keine Mittel findet, ihn abzulassen, ehe er seine Dienste geleistet hat. Eine unerläßliche Nothwendigkeit ist es aber, die Schleußen und Schutzfallen so zu legen, daß sie vom Feinde weder durch Bomben noch durch Stückkugeln zerstöhret werden können.

Durch ein solches Schleußenspiel ward die Vertheidigung von Aire 1710 bedeutend verlängert. Denn die Allirten hatten die Seite des Schlosses, wegen ihrer scheinbaren Schwäche zum Angriff gewählt, und schon seit einigen Tagen einen Mauerbruch bewirket, als sie wegen des unerwartet in den Gräben strömenden Wassers den Angriff verlassen mußten. Eben so ging es den Franzosen vor Douay 1712. Ihre Brücken über den Vorgraben wurden durch einen plötzlich erregten Wasserstrom mit fortgerissen, und die schon auf dem Glacis angekommenen Grenadiere gefangen oder getödtet. Immer muß man daher eine Polygonseite beim Angriff mit Mißtrauen betrachten, wenn sie in Hinsicht der Befestigungswerke vernachlässigt erscheinet, und wenn das Lokal Gelegenheit giebt, durch einen richtigen Gebrauch des Wassers das Gleichgewicht herzustellen. Um so mehr muß es dagegen befremden, wenn bei vielen, ja fast den meisten Belagerungen eine so günstige Gelegenheit vernachlässiget wird, den Widerstand zu verlängern. Mit Gleichgültigkeit werden oft die Stau-Schleußen und Schutzfallen in den Bären der Festungsgräben betrachtet; man ängstiget sich wegen

eines schwachen Theiles der Festung, ohne zu ahnden, daß seine Stärke in jenen Vertheidigungsmitteln lieget.

Schleußenthore (portes d'écluses) sind von dreierlei Art: die Schutzfallen (Vannes) als die einfachsten, die sich zwischen zwei Ständern auf und abbewegen, sind schon oben beschrieben worden. Die Schlagthore (portes busquées) bestehen aus 2 Flügeln, die sich unter einem Winkel gegen einander anlehnen: sie sind bei den Schifffahrts- und bei den Spühlschleußen der Seehäfen im Gebrauch. Die Drehthore endlich (portes tournantes), welche in der Mitte sich um einen beweglichen Ständer drehen, und die ganze Wassermasse auf Einmal abfließen lassen. Es ist schon oben (Artikel Schleußen) bemerkt worden, daß der Ständer nicht genau in der Mitte des Thores stehen darf, um dem auf ihn drückenden Wasser gehörig Widerstand zu leisten. Es übt aber das Wasser nach hydrostatischen Gründen seinen Druck auf die lange Seite X Y in der Mitte seiner Breite Q auf $\frac{2}{3}$ seiner ganzen Tiefe, q u, von oben herabwärts, aus, und der Gegendruck liegt auf der andern Seite in P, und beide verhalten sich gegen einander, wie die Quadrate ihrer Entfernungen. Nun hat die Erfahrung gelehret, daß die Wirkung des Drehthores dem Entzweck angemessen ist, wenn sich seine beiden Theile X Y und Y Z verhalten wie 7 : 6; nennt man daher a die ganze Thorbreite X Z, Fig. 290 Tab. XXV, den kürzern Hebel Y Z mit x und den längern X Y mit a—x, so wird $x^2 + \frac{x^2}{6} = a^2 - 2ax + x^2$, und $x^2 = 6a^2 - 12ax$; daher $x^2 + 12ax + \left(\frac{12a}{2}\right)^2 = 6a^2 + 36a^2$; und folglich $x = \sqrt{(42a^2)} - 6a$. Nun ist die Größe der Zugfalle L zu bestimmen, um durch Oeffnen derselben beide Theile des Drehthores mit einander ins Gleichgewicht zu bringen, und das zu schnelle Oeffnen desselben zu verhindern, wodurch nothwendig die Maschine Schaden leiden müßte, vielleicht zerschmettert werden würde. Es sey u q die Wasserhöhe über dem Schleusenboden, c die Breite der Schutzfalle L, $= \frac{1}{6} x z$, g die Entfernung Y L ihres Mittelpunktes von dem Punkte Y; h die Höhe des Wasserspiegels über der Sohlschwelle der Oeffnung L, und y die Höhe der letztern, um auf beiden Seiten einen gleichförmigen Wasserdruck hervor zu bringen; daraus wird $h - \frac{y}{2}$ die Wasserhöhe über dem Druckpunkte. Mau hat demnach $\frac{b^2 c^2}{4}$ für den Wasserdruck auf die längere Seite X Y und

$\frac{d^2\ b^2}{4}$ für den auf die kürzere Seite Y Z Fig. 290, und für den Unterschied beider $\frac{b^2\ c^2 - b^2\ d^2}{4}$, welcher der Größe gleich gemacht werden muß, die man durch Oeffnen der Schutzfalle vernichten will. Für diesen Wasserdruck setze man $f\ y\left(h - \frac{y}{2}\right) = f\ h\ y - \frac{f\ y^2}{2}$, woraus durch die Multiplication mit g die Gleichung

$$\frac{b^2\ c^2 - b\ d^2}{4} = f\ g\ h\ y - \frac{f\ g\ y^2}{2}$$ wird.

Diese verwandelt sich durch Dividiren rc. in

$$\frac{b^2\ d^2 - b^2\ c^2}{2\ f\ g} = y^2 - 2\ h\ y$$ und endlich

$h - \sqrt{\left(\frac{b^2\ d^2 - b^2\ c^2}{2\ f\ g} + h^2\right)} = y.$ Hat demnach die Schutzfalle eine Größe $= f\ y$, wird dadurch der überwiegende Druck gegen die Seite X Y aufgehoben, und tritt auf die entgegengesetzte Seite, sobald die Größe der Schutzfalle wächst.

Die Höhe des **Drehthores** hängt, wie bei allen Schleusen, von der Höhe ab, bis zu der man das Wasser aufstauen will. Seine Bestandtheile sind:

1 Läufersäule A B, 18 bis 20 Fuß lang und 15 bis 17 Zoll ins Gevierte;
1 Ober-Rähm R S ist 24 Fuß lang, 22″ ins Gevierte;
2 Schlagsäulen C D — 12 — — 10 und 12″ ins Gevierte;
2 doppelte Thorrähme E F, 17 Fuß lang, 9 und 10″ ins Gevierte;
4 Riegel G H sind 10 und 12″ ins Gevierte: ihre Länge richtet sich nach der Breite der Thüre;
2 Mittelstiele P Q zu den Schutzfallen, sind 8 und 10″;
10 Strebebänder I. I., sind 10 und 11″ ins Gevierte.

Die ganze Thüre ist zuletzt mit $2\frac{1}{2}$″ starken Dielen verkleidet und hat in der größeren Seite eine Schutzfalle. Zu mehr Erleichterung der Bewegung, oder bisweilen auch zu Begünstigung des Wasserspieles wird auch in der kürzern Seite eine Schutzfalle M angebracht. Das Beschläge eines Drehthores, dessen größte Breite **Belidor** auf 24 und die kleinste auf acht Fuß setzt, ist:

8 starke Zugbänder, um die Schlagsäulen, Rahmen und Riegel, wiegen zusammen : : : 354 Pfund
8 Bänder, 4 auf jeder Seite der Läufersäule, 30 Zoll lang : : : : : : 157 —
4 Ringe um die Schlagsäulen, oben und unten 124 —

22 starke Nägel, 12 Zoll lang		50 Pfund
18 eingehauene Spitzbolzen		95 —
8 Schraubebolzen mit Muttern, 18″ lang)		82 —
4 dergleichen — — — 11″ —)		
6 dergleichen 22 Zoll lang		48 —
12 große Nägel zu Befestigung des obern Halsbandes		25 —
Die Pfanne, der Zapfen und das Halsband, jene von Metall, die beiden letztern von Eisen		410 —
	Zusammen	1345 Pfund,

wozu noch 220 Pfund für das Beschläge der Schutzfallen kommen; so daß zu einem solchen Drehthore gegen 1600 Pfund Eisen erfordert werden.

Schloß (Chateau) dienet zu Bewahrung irgend eines Postens ꝛc. und heißt in der neuern Zeit dann öfter und uneigentlicher ein **Fort**. Die Alten erbauten ihre Schlösser gewöhnlich auf hohen und steilen Bergen und unzugänglichen Felsen, daß einige hundert Mann sich dauernd gegen eine starke Mehrzahl vertheidigen konnten. Deutschland und Spanien sind mit Gebäuden dieser Art angefüllt, die sich durch ihre ungeheuer dicken Mauern und starke Thürme auszeichnen, und sich durch ihre feste Bauart bis auf unsere Zeiten erhalten haben. Auch in andern Ländern finden sich Beispiele dieser Bauart: das von **Alphons dem Ersten** angelegte Schloß zu Neapel hatte in der Mitte einen starken Thurm, und 4 andere, auf den vier Ecken. Diese waren von Quadern unten voll erbauet, wie Felsen, daß die Kugeln des feindlichen Geschützes wirkungslos davon abprallten. Ein schöner Bogen von weißem Marmor bildete den Eingang dieses Gebäudes, das von einem breiten Graben umschlossen war. Auch das Schloß **Emeroy** hatte vier starke Thürme auf den Ecken und einen breiten Wassergraben. Da es auf einer kleinen Insel lag, ward diese, 300 Fuß außerhalb des Grabens, von einer dicken Mauer umschlossen, gleichmäßig mit Thürmen auf den Ecken. Einige solcher alten Schlösser in der Normandie (zu Houdan, Fougeres, Alençon) bestehen bloß aus zwei Thürmen, deren Umkreise einander berühren A und B Fig. 283 Tab. XXIII und die durch einen einwärts gebogenen Gang C vereiniget sind. (Man sehe auch **Bergfestungen**).

Schlosserarbeiten werden bei den Kostenanschlägen zum Festungebau immer unter einem besondern Artikel aufgeführet. Bei der großen Mannigfaltigkeit dieser Arbeiten können sie hier weder benannt noch beschrieben werden. Vollständige Nachricht davon findet sich im **Schauplatz der Künste und Hand-**

werke 9r Band; in Zippers Anweisung zu Schlosserarbeiten 4. Leipzig 1803 und in Triests Anleitung zu Fertigung der Bauanschläge.

Schlupfpforte (guichet), s. Einlaßthüre.

Schluß der Gewölbe entstehet durch die Form der Gewölbsteine zur wechselseitigen Unterstützung, indem sich alle auf der einen Seite an die Widerlagen und auf der andern an den Nebenstein lehnen, so daß zuletzt der Schlußstein, im Scheitel des Gewölbes, das Ganze verbindet (s. Mauerverband). Mehrere Mathematiker haben über die nöthige Stärke des Schlusses theoretische Untersuchungen, nach der Lehre vom Keil, angestellt, und zum Theil Tafeln dafür berechnet (siehe Kasematten), Meerwein hingegen Beiträge zur richtigen Beurtheilung der Gewölbe. 4. Frankfurt a. Main 1802 gründet seine Berechnungen auf die Festigkeit der Sprengwerke, wo das halbkreisförmige Gewölbe in vier gleiche Theile, jeden von 45 Grad A L E L A (Fig. 144 und 145 Tab. XIII) zerfällt, wo die beiden mittlern L E L den Schluß bilden und von den Schenkeln oder Widerlagen A L getragen werden; so daß die beiden Streben A E und E A, durch den Schlußstein bei E verbunden (Fig. 148 und 149), der von oben auf sie wirkenden Kraft widerstehen. Hieraus folgt, daß jedes Gewölbe in E seine größte Stärke hat, L und L aber seine schwächsten Stellen sind. Diese müssen daher bei den, zum Kriegsgebrauch bestimmten Gewölben, gegen die Fallkraft der Bomben am meisten verstärkt werden; denn der Gewölbebogen kann nur auf zweierlei Weise zerbrechen: in L M oder an der Schwäche, oder durch Ausweichen in A G, auf den Widerlagen; beide Punkte müssen bei Bestimmung der Stärke der Gewölbe vorzüglich berücksichtiget werden.

Aus der Theorie der Sprengwerke fließt ferner: daß der Schluß des Gewölbes L L als ein gerader Spannriegel anzusehen ist, der von Holz, nach der Erfahrung, auf jeden Fuß Spannweite ½ Zoll Dicke erheischet. Nimmt man nun die Steine von derselben Festigkeit, wie das Holz an, und legt man die von Herrn Meerwein (l. c.) angeführten Erfahrungen zum Grunde; darf man festsetzen: daß die Quadratwurzel aus der Schlußweite, oder aus der Entfernung der Widerlagen L L, in Linien ausgedrückt, die nöthige Stärke des Gewölbes bestimmt. Denn eine Brücke von 7 Fuß Radius, oder 10 Fuß Schlußweite, aus harten Lavasteinen erbauet, hat bei 1 Fuß Bogenstärke, und eine andere von 145 Fuß Schlußweite, 35 Fuß im lichten hoch, bei 3½ Fuß Stärke, allen zu verlangenden Widerstand

gezeiget. Dem zu folge würden die Dicken der Gewölbebögen seyn:

Weite des Bogens in Fuß.	Dicke im Schluß, Dezimallinien.	Weite des Bogens in Fuß.	Dicke im Schluß, Dezimallinien.
6'	77'''	34'	185'''
8	89	36	190
10	100	38	195
12	110	40	206
14	119	45	213
16	127	50	224
18	135	60	245
20	142	70	265
22	149	80	283
24	155	90	300
25	159	100	317
26	162	110	325
28	168	120	332
30	174	130	347
32	179	135	361

Obgleich aber diese Gewölbedicken dem Druck einer von oben her wirkenden Last — wie sie bei Brücken statt findet — hinreichend widerstehen, ist doch zur Bombensicherheit eine größere Dicke nöthig, die man allgemein zu 3 Fuß anzunehmen pfleget.

Schlußstein (Voussoir) dienet bei Gewölben gleichsam als der Spannriegel, an den sich die Seitenstreben stützen, und der ihnen zum gemeinschaftlichen Anlehnungspunkte dienet. Es muß demnach der Schlußstein so groß als möglich seyn, in sofern sich diese Eigenschaft mit der zweiten, gleich nothwendigen Bedingung einer hinreichenden Festigkeit vereinigen läßt, um von dem zu beiden Seiten wirkenden Druck nicht zermalmet zu werden.

Schlußweite, s. Schluß.

Schmiege (biveau) heißt die schräge Richtung der Mauern, der Hölzer ꝛc. Schmiege oder Schrägemaaß (sauterelle) ist aber auch ein Werkzeug der Maurer, Zimmerleute, Steinmetze und Minirer, das aus zwei, mit einem Nietnagel an dem einen Ende verbundenen Richtscheiten von 12 Zoll und mehr Länge bestehet. Es dienet zu Bestimmung der vorerwähnten schrägen Richtung.

Schnecke ist 1) die nach einer Schneckenlinie formirte Verzierung der ionischen und korinthischen Säulenkapitäle, die

gewöhnlicher die Volute heißt. 2) Der schneckenförmige Knoten des Faschinenbundes (la bouche du hart), der durch zweimaliges Umlegen und Unterstecken des starken Endes der Wiede entstehet.

Schneckengewölbe (Voute en limaçon) bekommt seinen Namen von der sich um eine Spindel herum windenden Form, und findet sich bei Wendel-Treppen (s. Treppengewölbe).

Schneidebank (bec d'ane) ein hinreichend bekanntes Werkzeug der Zimmerleute, um kleinere und schwache Holzstükke vermittelst des Schneidemessers (debordoir) rund zu schneiden u. dgl.

Schnur (cordean) ist $\frac{1}{4}$ Zoll dick und dienet zu dem Abstecken der Festungswerke. Von der Stärke eines schwachen Bindfadens (ligne) bedienen sich die Maurer und Zimmerleute ihrer, ihren Arbeiten eine ebne Fläche zu geben. Daher

Schnüren (tringler, auch ligner): durch Abschnellen der mit Kreide oder Rothstein gefärbten Schnur auf dem zu behauenden Balken eine gerade Linie abzeichnen.

Schrägemaaß, s. Schmiege.

Schrämhammer oder Hammerhaue (pic à roc à tête) ist ein Werkzeug der Minirer, um im Felsen zu arbeiten, indem man tiefe Fugen damit einhauet, und durch in dieselben getriebene eiserne Keile ganze Stücke ablöset. Da dieser Pikkel an seiner hintern Seite einen Hammer hat, dient er dem Minirer zu doppeltem Gebrauch, und ist ihm deshalb sehr bequem.

Schrämspieß ist ein unten geschärftes Brecheisen zu dem nämlichen Behuf.

Schränkwände bestehen aus waagerecht auf einander gelegten Balken, die auf den Ecken über einander geschnitten oder aufgeplattet werden. Bei jenen bleibt vor dem Einschnitt a der Balkenkopf b 12 Zoll lang stehen, damit das Holz um so fester hält und das vorstehende Ende nicht ausspringt. Fig. 284. Das Aufplatten Fig. 285 ist weniger fest, weil hier das vorstehende Balkenende fehlet. Es darf bloß bei den Ecken solcher Schränkwände gebraucht werden, die dem feindlichen Kanonenschüssen nicht ausgesetzt sind. Bei dem

einen wie bei dem andern werden gleich starke Hölzer bis auf die Hälfte ihrer Dicke, schwächere aber nur so tief ausgeschnitten, daß ihre Oberfläche c mit dem stärkern gleichlaufend wird. Sind die Balken — die hier nur oben und unten, nicht aber an der äußern und innern Seite beschlagen werden dürfen — nicht an beiden Enden gleich stark: läßt sich durch Widerkehren der Zopf- und Stamm-Enden dennoch eine gleichförmige Höhe der Wand hervorbringen. Wenn die Schränkwände einen geschlossenen Raum umgeben, wie bei Blockhäusern, Caponieren etc. bedarf es, außer dem Ueberschneiden, keiner andern Befestigung. Bei einfachen Wänden hingegen, wo diese Verbindung nicht statt findet — wenn man sich ihrer als Traversen (w. n. i.) oder Rückenwehren bedient — werden sie durch ⅓ der Stärke eingeschnittene Queerhölzer auf der von dem Feinde abgewandten Seite a a Fig. 286 vereiniget und gehalten. Die Queerhölzer sind zugleich mit starken eisernen Nägeln befestiget.

Schriftsteller über die Kriegsbaukunst finden sich erst seit dem sechzehnten Jahrhunderte, wo der bekannte Maler Albrecht Dürer zuerst „Underricht von Befestigung der Stett, Schloß und Flecken", Fol. Nürnberg 1527, schrieb. Ihm folgte der Italiener Tartaglia, der 1538 einen Tractat über den Angriff und die Vertheidigung fester Plätze, 1546 aber Quesiti e inventioni diverse herausgab, welches letztere Werk sich beinahe ausschließend mit dem Festungsbau beschäftiget. Auch Zanchi schrieb 1554. Ihm folgte Daniel Barbaro, Castriotto und Coniano; so auch

Jiacomo de Lantovi von Brescia: due dialoghi del modo di disegnar le piante delle forteze, secondo Euclide. 4to. 1557. und Due libri di far le fortificatione di terra intorno alla citta. 4to. 1559.

Giov. Battista Bellici, Nuova invenzione di fabricar Fortezze di varie forme. Fol. Venet. 1558.

Carlo Getti Discorsi della Fortificat: Espugnat: et Difesa della Citta, Venet. Fol. 1589.

Pietro Cataneo Architectura. Fol. Brescia 1567.

Berril de la treille Manière de fortifier les villes, chateaux etc. Lyon 1557.

Lupicini, Discorsi militare. 1587.

Maggi architectura militar. Fol. Venezia 1564.

Pasino discorsi sopra el architettura militar. 1570.

Flamand le guide des fortifications, et conduite militaire pour bien se defendre. in 12. Montbeliard 1570.

Unter allen stehet Marchi durch die Reichheit seiner durchdachten Erfindungen oben an (Della architettura militar. lib. 5. Fol. Brescia 1599). Hatte die durch die Italiener einge-

führte Befestigungsweise, zu nahe den alten Mauern und Thürme verwandt, den Nachtheil ungeheuerer Courtinen und zu kleiner Bollwerke: machte sich Marchi zuerst, und mit Glück, von den ältern Vorurtheilen los, indem er die Bollwerke umher von einander rückte und verschiedene Arten Aussenwerke angab. Späterhin wurden seine Vorschläge von Pagan und Vauban aufgenommen und ausgeführet. Seine Ideen scheinen jedoch lange unbekannt, wenigstens unbenutzt geblieben zu seyn: denn seine Zeitgenossen, weniger genialisch als er, hielten sich an die schon vorhandenen frühern Erfindungen, und beschäftigten sich blos mit der gangbaren sogenannten Italienischen Befestigungsweise, nach der auch alle Festungen der damaligen Zeit gebauet wurden. Dahin gehören:

Bachot, le gouvernail, ou de l'architecture des fortifications. Fol. Melun 1598.

Daniel Speckle Architectura von Festungen. Fol. Straßburg 1589.

Gabriel Busca del' expugnatione et della difesa delle fortezze. 4to. Paris 1598. 1599. 1736.

Fiamelli principios de fortification. Fol. Roma 1604.

Simon Stevin Nieuwe maniere von Sterkebouw. 4to. Rotterdam 1616. zeichnete sich durch die Erfindung der Stauschleußen und durch die Anwendung des Wassers zu Verstärkung der Festungen aus.

Manclerc Methode nouvelle, universelle et facile de fortifier les places régulières et irrégulières. Amsterdam 1617.

Pietro Sardi Corona imperiale et corno doyale dell' architectura militare. Fol. Venet. 1618.

Du Praissac Discours militaires. 8. Paris 1622.

Martin Eplend vom Bellisiren. Modus artis fortificat. belgicus. Fol. 1623.

Hondius regles générales de la fortification; Fol. La Haye 1625.

2) discorsi sopra la necessità dell' architectura milit. 4to. Venet. 1642.

Metius De munitionibus. 4to. Lugdun. Batav.

Honorius Meynier Nouvelles inventions de fortifier les places. Fol. Paris 1626.

Giovanni Scala Architettura militare. Fol. Roma 1627. (Giebt über 40 verschiedene Arten Bollwerke an.)

Der niederländische Krieg hatte eine neue Befestigungsweise in Umlauf gebracht, wo die Wälle, ohne alles Mauerwerk, von bloßer Erde aufgeführet, und durch Wassergräben gegen raschen Anfall geschützt waren. Die genaueste und vollständigste Nachricht davon giebt

Freitag, Architectura militaris nova et aucta. Von Regular Festungen. Fol. Leyden 1630.

Rivan l'art de fortification régulière et irrégulière. 4to. Paris 1629.

Fabre Pratiques sur l'ordre et regle de fortifier, garder, attaquer et defendre les places. Fol. Paris 1629.

Furtenbach Architectura martialis. Fol. Ulm 1630.

Lorenz Tuden Delineatio ingeniariae militaris. 4to. Grypswaldae 1631.

Faulhaber, Ingenieurs-Schule. 4to. Nürnberg 1633.

Joh. Andersen Lonaeus Idea ingeniarii, sive architecti militaris animi qualitas, scientiae et artes, quae in eo requiruntur, antequam in suo munere recte versari possit. 4to. Holmiae 1634.

Douet Discours sur les machines des victoires et conquetes. 12imo. Paris 1637.

Maunel de fortification. Paris 1639.

Norwood Fortification. 4to. London 1639.

Anton de Ville les fortifications. Fol. Paris 1629. 1636. Lyon 1640. 1641. Amsterd. 1672. 1675.

Durret traité de la géodésie et des fortifications régulières et irrégulières. 4to. Paris 1643.

Franz Fiorenza Méthode facile de bien fortifier. 12imo. Bruxelles 1645.

Goldmann Nouvelle fortification. Fol. Leyden.

Doyen Architectura militaris moderna. Fol. Amsterd. 1647.

Dutertre Abregé de fortification; et discours sur l'attaque et la défense. 4to. Paris 1649.

Wendelin Schildknecht Harmonia in fortalitiis construendis, oppugnandis et defendendis. Fol. Stettin 1652. (deutsch und in Reimen.)

Von dem eigentlichen Festungsbau handelten:

Architettura militar de Fernandez de Villa Real. 8vo. Parma 1649.

Matth. Geiger Artificium muniendi geometricum. 4to. Holm. 1650.

Architecture militaire composée par le R. P. *George Fournier*, de la Comp. de Jesus. 16imo. Paris 1650.

Th. Baegk Architectonica militaris defensiva, oppugnata ac defensa. 4to. Lucern 1650.

Perspettiva di fortificationi di Porligiani. Fol. Roma. 1650.

Architectura von Festungen, durch Hauptmann Johann Ardufter. 4to Zürich 1651.

Dieg. Henr. de Villegas Academia, da fortification de placas. Madrid 1651.

Cryghs Architecture ende fortification, gestelt in de fransche ende englische Tale, by den Heere *Balthas. Gerbier*, Ridder 4to. Delft 1652.

J. de Laon, Sieur D'Aigremont, Ingenieur du Roi, Pratique et Maximes de la guerre, enseignant les charges des généraux, les devoirs de tous les Officiers d'armées; l'ordre de marcher, camper, combattre, attaquer et defendre les places, surprendre et entreprendre sur les Villes, Quartiers ou Armées; avec Exercice general et militaire d'infanterie, et un Traité des fortifications nouvelles. Observations tirées des experiences très-illustres et des plus grands Capitaines de ce tems. 4to. Paris 1652.

Traité des fortifications ou Architecture militaire: tirée des places les plus estimées de ce tems pour leurs fortifications. Fol. Paris 1652. (soll vom P. Fournier seyn.)

Versterkte Vesting, door *Henrick Ruse*. Amsterd. 1654.

Anleitung zur Niederländischen Fortifikation und dazu nothwendig vorhergehenden Wissenschaften. 4to. Tübingen 1654.

Sigf. Hirsch Amassis Ferdinandaea ad Problemata universae Matheseos et praesertim Architecturae militaris. 4to. München 1654.

Joh. Placentini architectura militaris. 4to. Francof. ad Viadr. 1655.

Bourdin l'architecture militaire ou l'art de fortifier les places. 8vo. Paris 1655.

Nicolai Goldmanni Tractatus de usu proportionarii, sive circuli proportionalis, cum tabulis constructionum et usu lineae munitionum, vulgo fortificatoriae, pro delineandis figuris regularibus et irregularibus, nec non operis campestribus et externis. Lat. et Germ. Fol. Amstelod. 1656.

Jonas Moore Fortificatio moderna, seu elementa architecturae militaris. 12mo. Wittstock 1656.

Ruse Aanwisinge der Misverstanden van *G. Melder* begaen in syne instructie van de fortificatien. Fol. Amsterd. 1658.

Chr. Jacobi florilegium ingeniariae. 4to. Jen. 1658.

Martin Knorre de muniendi ratione. 4to. Wittebergae 1659.

Manuale fortificatorium durch Christophor. Nottnageln. Mathem. Prof. Publ. 12. Wittemberg 1659.

Chr. Jacobi Exercitiorum ingeniariorum politicorum lib. IV. de designanda, erigenda, ornanda ac munienda civitate aut urbe. 8vo. Cizae 1659.

G. A. Böcklers Manuale architecturae militaris. 4 Thle.

12imo. Frankf. am Main 1660. Der erste Theil kam 1645, der zweite 1646, der dritte 1647, und der vierte 1660 heraus.

Anthonii Hillefelds Anweisung zur allgemeinen Fortifikation. 4to. Hannover 1660.

Arithmetica nova militaris, durch G. A. Böcklern. 8vo. Nürnberg 1660.

Goldmanni Elementorum architecturae militaris. Lib. IV. 8vo. Lugd. Batav. 1660.

Compendium fortificatorium. Schleswig 1660.

Kurze, jedoch grundmäßige Unterweisung der Regular- und Irregular-Fortification mit deren Aussenwerken von Praxi offensive et defensive, von einem wohlerfahrnen Practicanten solcher Kunst der klugen Welt mitgetheilet. Fol. Osnabrück 1661.

L'Architecture militaire, ou des fortifications du Chev. *B. G.* 1661. sec. Edit.

La militare architettura overo fortificatione moderna, cavata dall esperienza e da varie maniere piu pratticabile, dal Capitan *Pietro Ruggiero.* 4to. Milano 1661.

Florilegium fortificatorium tripartitum. 4to. 1662. von J. G. Pasche.

Anweisung zur Kriegsbaukunst. 4to. Halle 1662.

Jos. Furtenbachs mannhafter Kunstspiegel. Fol. Augspurg 1663.

Architectura militaris durch Christoph Heidemann. Fol. München 1664.

Henr. Rusens und Gerh. Melders Praxis fortificatoria. Fol. Osnabrück 1664.

D'Aurignac libre de tontes sortes de fortification. 4to. Paris 1664.

Mut, Architecture militaire, ou principes de fortification. 4to. Paris 1664.

M. *Fridr. Nitzschii* accuratus castella regia muniendi modus. Resp. *I. Chr. Holl.* 4to. Lips. 1664.

Logometron Architecturae militaris Freitagianae, durch Andreas Alexandern. 8vo. Arnheim 1665.

Jo. Brevil S. I. Ars fortificatoria. 4to. Paris 1665.

Arquitettura militar de las fortificationes por D. *Vincenze Mut*, 4to. Majorca 1665.

De la Fontaine fortification Royale. 8vo. Paris 1666.

Architecture militaire ou les fortifications particulières et generales par *Mallet*. 8vo. Paris 1666.

Fourniers Kriegsbaukunst erschien 1667 zu Amsterdam deutsch.

Hans Conr. Lavater Kriegsbüchlin; d. i. gründliche Anleitung zum Kriegswesen, nemlich wie eine Festung mit nothwendigen Inner- und Aussenwerken versehen, mit aller erforderli-

chen Zugehörd versorgt und wohl verwahret werden solle. 4to. Zürich 1667.

De munimentis in locis editioribus positis. Disp. Praes. *Jac. Mauritius*, Resp. *Gust. Roder. de Ke n.* 4to. Rostock 1667.

Les fortifications de Mr. le Comte de *Pagan.* 12imo. Bruxelles 1668.

De munitionibus. Praes. *Sam. Reyher*, Resp. *Ben. ab Ahlefeld.* 4to. Kilonii 1668.

In demselben Jahre erschien auch eine Holländische Uebersetzung des Fournier (Architect. milit.) zu Amsterdam, eine Französische des Freitag zu Paris, und eine Englische des Ruse von Rusenstein zu London.

Epitome de la fortification moderna, compuesto por D. *Alonzo de Zepeda y Adrada*, Govern. de Tholbuys. 4to. Brusseles 1669.

Richard Elton Compleat body of the art military. Fol. London 1669.

Andreas Tacquet Architectura militaris. Fol. London 1669.

Kurze, leichte, jedoch gründliche und richtige Unterweisung zu der Kriegsbaukunst, von einem dieser Kunst wohlerfahrnen Practicanten. 4to. Frankf. 1670.

Punctum fortificatorium ou Traité des fortifications. Festungsziel oder Handbüchlein der jetzt üblichen Kriegsbaukunst. Von neuem corrigirt von A. W. W. 12imo. Leipzig 1670.

Observation upon militaire and political affaires. Fol. London 1671.

Handbüchlein der jetzt üblichen Kriegsbaukunst. Aus dem Franz. übersetzt. 12imo. Mainz 1671.

Novissima Praxis militaris, durch Joh. Bernh. Scheltern, Fürstl. Braunschw. Lüneb. Ingenieur und Major zu Fuß. Fol. Braunschweig 1672.

Kriegsarbeit, oder Neuer Festungsbau durch Alain Manassen Mallet, verhochdeutschet durch Philip von Zesen. gr. 8vo. Amsterdam 1672.

L'art de fortifier, de defendre et d'attaquer les places. 12imo. Paris 1672.

Ernst Heinr. Friedleins kurzer, leichter, jedoch gründlicher Unterricht von der Festungsbaukunst nach der neuesten Manier. 8vo. Nürnberg 1672.

Seyfarts Oratio de Architectura militari. Fol. Halae 1672.

Kriegsmanns Festungsbau. 8vo. Frankf. 1672.

Bertrand de la Coste à Messeign. les Bourgemaîtres et Senateurs de la Republique de Hambourg. 4to. Hamb. 1672.

La fortification du Sr. *Villier*, ou l'ingenieur parfait. 8vo. Amsterdam 1672.

Neu herfürgegebene Kriegs-Architectur durch Christoph Heidemann, Ch. fürstl. Durchl. in Bayern ꝛc. bestellten Ingenieuren. Fol. München 1673.

De Expugnatione. Praes. *Dan. Reyher*. 4to. Kiliae 1673.

Ein dreifacher Tractat von den Festungen, von Georg Rimplern. 4to. Nürnberg 1673.

Chr. Neubauers wohlmeinende Gedanken oder Discours über der ausgegangenen Fortification des T. Herrn J. Bernh. Scheithers Fol. Cölln an der Spree 1673.

Pieter Becker Nieuwe Manier van Vestingbouw, met het Offensive en Defensive. 8vo. Amsterdam 1673.

Jonas Moore modern fortification, or elements of military architecture. Fol. London 1673.

Georg a Gutschhoven Regulae munitionum. 12imo. Bruxell. 1673.

Kriegsmanns Forteresse Royale. 12imo. Frankf. 1673.

Grundrißtafeln des heutigen Festungsbaues, nach der Gesichtslinie von XXIV, der Cortin von XXXVI Rheinl. Ruthen ausgerechnet. Fol. Straßburg 1673.

Ichnographie, Orthographie und Scenographie eines Kriegsplatzes nebst seinen Aussenwerken, befestiget nach den heut üblichen Regeln der vornehmsten Kriegs-Obersten und Festungs-Künstler. Frankfurth 1678.

Die befestigte Festung, Artillerie und Infanterie, von Georg Rimplern. 12imo. Frankf. 1674.

Goret la fortification régulière et irrégulière en sa perfection. 8. Paris 1674.

Jos. Zaragozza Architectura militaris. 4to. Valent. 1674.

Henr. Ridemanni institutiones Architecturae militaris. Rostoch. 1674.

Bitainvieu Art universel des fortifications francoises, hollandoises, espagnoles, italiennes et composées. 4to. Paris 1674. 1664. 1665.

Georg à Guischoten Regulae munitionum, 12imo. Bruxelles 1674.

Nouvelle manière de fortification composée pour la noblesse françoise en forme d'élemens, par *Jean Brioys*. 4to. Metz 1674.

Die Fortifikation des Ritters Antonius de Ville. Aus dem Französ. verdeutscht durch C. S. Amsterdam 1676.

Traité des fortifications. 12imo. Paris 1676.

Josephi Gallicii Geometria militaris, in qua linearum, planorum ac solidorum quantitates in operibus militaribus existentes, considerantur, omniaque geometricis demonstra-

tionibus, et ratiocinio triangulorum pertractantur. Fol. Monachii 1676.

Joh. Bernh. Scheithers Examen fortificatorium. Fol. Straßburg 1676.

Trattato universale militare moderno del Marchese *Annibale Porroni*. Fol. Venetia 1676.

Neu erfundene mathematische und optische Curiositäten, bestehend sowohl in einem sattsamen Unterricht zum Feldmessen und jetzt üblichen Fortificationen rc. durch Joh. Christ. Kohlhansen. 4to. Leipzig 1677.

Der verschanzte Türenne, von Joh. Heinr. Behr. 8vo. Frankf. und Leipzig 1677.

Kunst- und Welterfahrner General-Ingenieur. In Verlegung Joh. Melch. Hardmeiers. gr. 4to. Bern 1677.

J. F. Griendel von Ach auf Wanckhausen, Nova Architectura militaris. Fol. Nürnberg 1677.

Pagans Festungsbau, übersetzt von Martin Leuchnern. 8vo. Leipzig 1677, ward 1725 wieder in 12imo aufgelegt.

Lesieure, l'ingenieur général. 4to. Suisse 1677.

Guil. Ougtherd de propugnaculorum munitionibus.

Hans Georg Welligen Sendschreiben an alle der mathematischen und mechanischen Künste hocherfahrne Herren. 4to. Hannover 1677.

Tentamen fortificatorium. 4to. Viennae 1677.

Fortificatione à *Rovescio di Donato Rosette*, Canonico di Livorno, Dott. in Sac. Theologia. Fol. Turino 1678.

Herrn Joh. Bernh. Scheithers, Ingenieurs, furieuser Sturm auf die befestigte Festung totaliter abgeschlagen von Georg Rimplern. 12imo. Frankfurt 1678.

Discussus et vera architecturae militaris praxis, durch Chr. Neubauern, Obrist-Lieutenant zu Fuß, der Artillerie, Ingenieur- und Architectur-Kunst Ergebenen. Fol. Stargard 1679.

Pratique generale des fortifications, pour les traces sur le papier et sur le terrain sans avoir egard à aucune methode particulière. 8vo. Moulins 1679.

Zabers Manuale fortificatoriae, oder Handbüchlein von der Festungsbaukunst. 8vo. Alten-Stettin 1679.

E. J. V. A. Discours von der Kriegsbaukunst. Fol. Breslau 1680.

L'usage universel des fortifications Francoises, Hollandoises, Italiennes et Espagnoles. 8vo. Paris 1680.

Theodoric Lüders fortification. Fol. Paris 1680.

Le 3eme Supplement à la tentative pour le renfort de la fortification moderne. 4to. Hambourg 1680.

Kubbels, das auf den Grund der gesunden Vernunft beschanzt und besetzte Ingenieur-Citadell. 12imo. Annaberg 1681.

Mémoires pour fortifier selon *Vauban* par Mr. *Du Fay* 8vo. Paris 1681.

Abregé des remarques sur le gouvernement et defense des places. 12imo. Hannover 1681.

Joh. Christoph Sturmii Architecturae militaris Tyrocinia. Fol. Altdorff 1682.

Die unüberwindliche Festung, durch Ernst Friedr. v. Borgsdorff, Ingenieur. 8vo. Ulm 1682.

J. C. Steiners Neu kurz-füglicher Handgriff der Kriegsbaukunst. 12imo. Lindau 1682.

Teserin Handgriff der Kriegsbaukunst s. praxis recens. 12imo. Zug 1682.

M. *Coehorn* Versterkninge des Vyfhoecks met alle syne Buytenwerken, gestelt tegens die van den Ingenieur en Capiteyn *L. Paen.* 8vo. Leeuwarden 1682.

Architectura militaris, waer by de versterking des Vyf-Hoecks van de Heer Oberste *M. van Koehorn.* met alle syne Buytenwercken, wordt verbroocken p. etc. Opgestelt sond der den Naem van een Liefhebber derselben en van andere Konsten. Fol. Leeuwaarden 1682.

Le Maitre de l'excellence et l'ancienneté des fortifications. 12imo. Utrecht 1682.

M. Koehorn Widerlegginge der Architectura militaris, onlaengs uytgegeeven door een Antheur sonder Naem, waer inne de Attaque van de Ingenieur en Capiteyn *Paen* wordt afgeweesen. 8vo. Leeuwarden 1683.

Verdediging van de Architectura militaris tegen van *Coehorn.* Fol. Leeuwarden 1683.

Nouvelle manière de fortifier les Places, par M. *Blondel.* 4to. Paris 1683.

Vauban, le directeur general des fortifications. 12imo. à la Haye 1683.

La nuova Architettura militare, d'artica renovata di Capra. 4to. Bologna 1683.

Das alte und neue Troja durch Alex. Christ. Le Maitre G. G. U. v. D. J. 8vo. 1684.

Louis Paen alle Werken. Fol. Lenwarden 1684.

Der Probierstein der Ingenieure, durch Joh. Jacob Wertmüllern. 8vo. Frankfurt am Mayn 1685.

J. J. Wertmüllers Commandantenspiegel. 8. Frankfurt 1685.

Coehorn Nieuwe Vestingbouw. Fol. Leeuwarden 1685.

De la Londe Elemens de fortification. 4to. Paris 1685.

L'Experience de l'Architecture militaire par *Des Martins.* 12imo. Paris 1685.

Traité

Traité des fortifications, contenant la demonstration: par le Sr. *H. Gautier*, de Nimes. 12. Lyon 1685.

Neu entdeckte praktikable Minirkunst. 8. Nürnberg 1686. (v. Bar. v. Borgsdorff.)

Der in Wien todte Ehrliche Sachs Rimpler, Werdmüllern entgegengesetzt von Daniel Suttinger. 8. Dresden 1687.

Die befestigte Stütze eines Fürstenthums, durch Ernst Friedr. von Borgsdorff, Ingenieur. 8. Nürnberg 1686.

Georg Conrad Martii Europäischer Ingenieur. 8vo. Nürnberg 1686. 1687. 1698. 1719. 1754.

Problemes mathematiques, tirez de la Geometrie, fort utiles à un homme de guerre, ou à ceux qui veulent apprendre l'Architecture militaire, par *J. Fr. Pfeffinger.* Französ. und Deutsch. 12. Leipzig 1688.

Traité des fortifications par le R. P. *Ge. Fournier*, et corrigé par *Adolf Guill. Oulich.* 12. Leipzig 1688.

La nuova architectura militare. 4. Bologna 1688.

Theoria et Praxis Artis muniendi modernae, von Christophoro Heer, 4to. Frankfurt 1689.

Manière de fortifier de Mr. *de Vauban*, par Mr. le Chevalier *de Cambray*. gr. 8. Amsterdam 1689.

Unnöthige Kriegs-Affaires. Das ist: was bisher wegen Abbrechung der Vorstädte, Canoniren, Carcassiren, Bombardiren, Feuer-Einwerfen für vergebliche Sachen vorgenommen worden. Von Chr. Neubauer. 8. Bremen 1683.

A B C d'un Soldat, et remarques sur le gouvernement et la defense des places. 12. à la Haye 1683.

Nouvelle manière de fortifier les places, tirée des methodes du Chevalier *de Ville*, du Cte *de Pagan* et de Mr. *de Vauban*; avec des remarques sur l'ordre renforcé, sur les desseins du Capit. *Marchi* et sur ceux de Mr. *Blondel*, suivies de deux nouveaux desseins. gr. 8. Paris 1689.

Les fortifications du Comte *de Pagan*, nouv. Edition augmentée d'une idée generale de la fortification etc. Manière de fortifier de Mr. *de Vauban*, par Mr. *Hebert*. 8. Paris 1689.

Oeuvres posthumes de Mr. *Rohault*. gr. 12. à la Haye 1690.

Apologia Fortificatoria, oder Schutz-Red vor die Holländische Fortification durch Joh. Jac. Werdmüller. Fol. Frankfurt 1691.

Schauplatz der alten und neuen Fortifications-Maximes. Durch J. J. Werdmüller. 8. Frankf. a. M. 1691.

Die in Bataille victorisirende Festung, von Philipp Christoph Kampen, Freiherrn von Rundeel. 8. Wien 1691.

J. Dankwart de Wastensee Tentative pour le renfort

de la fortification moderne avec trois supplements. 4to. Hambourg 1691.

L'Ingenieur françois. 8vo. Paris 1691.

Véritable manière de bien fortifier de M. *de Vauban*, par Mr. l'Abbé *du Fay*. 12imo. Amsterd. 1691.

Der verstärkten Festung I. Theil, oder die verstärkte Contrescarp auf einem trocknen und nassen Horizont. Aufs einfältigste und kürzeste entworfen durch Hans Christoph von Zader, Capit. Ingen. 8vo. Stockholm 1691.

Oche Rolamb Fortification eller Adelig Ofning, otrende Tom. 4to. Stockholm 1691.

L. C. Sturm de optima tum aedificandi tum muniendi ratione, Resp. *C. F. Schultze*. 4to. Lipsiae 1692.

S. Moll Architectura militaris. Fol. Stockholm 1693. Schwedisch.

Speculum artis muniendi lucidissimum, von *Christoph Heer*, Laub. Lus. Churfürstl. Sächsischen Ingenieur und Hauptmann. 4to. Leipzig 1694.

Traité de fortification par Mr. *Ozanam*. Suivant la Copie. gr. 8vo. Paris 1694.

Ernst Friedrich von Borgsdorf Academia fortificatoria. 12imo. Wien 1694.

Arithmetique militaire par le Sieur *Clermont*. 12imo. Strasbourg 1695.

Nouveau traité de géometrie et fortification par Mr. *de Vauban*. 4to. Paris 1695.

Les principales forteresses et villes fortes d'Espagne, de la France, d'Hollande, d'Italie, de Savoye, d'Allemagne etc. par *Abraham Alland*. Fol. Leyden 1695.

Bau-Practica, derer Ingenieurs, Mineurs, durch Lambert Lambion, Kaiserl. Ingenieur- und Minirer-Hauptmann. 8vo. Wien 1696.

Teutschredender Vauban, oder Anweisung, wie man auf heutige Art befestigen soll. 4to. Mainz 1696.

L'ingenieur practique par le General de bataille Don *Sebastian Fernandez de Medrano*. 8vo. Brusselles 1696.

Joh. Ulrich Müller deutsche Mathematik und Kriegsbaukunst. 8vo. Ulm 1696.

Friedr. Hempels discourirender Miles, oder Fortifications-Discours. 12imo. Haag 1696.

L'ingenieur françois, concernant la Geometrie practique et la fortification par *M. N.*. gr. 8. Paris 1696.

J. Sebast. Grubers Friedens- und Kriegs-Schule. 8vo. Nürnberg 1697.

J. Tiyler Architectura militaris. 4to. Roterod. 1697.

Werkners fundamenta der Kriegsbaukunst. 4to. Wittenberg 1697.

G. C. M. Brandenburgischer Ingenieur. 8vo. Berlin 1698.

Andr. Hoffmanni Dissertatio, sistens Architecturae militaris naturam. 4to Lipsiae 1698.

Nouvelle fortification Françoise, Espagnole, Italienne et Hollandoise par Mr. ... gr. 8. Amsterd.

Demonstrationes mathematicae, durch Christian Scheßlern. Fol. Dresden 1698.

Neu erfundene Kriegs-Baukunst, durch P. V. D. Krebs, der Röm. Kaiserl. Maj. Hauptmann und Ingenieur in Ober- und Nieder-Schlesien 4to. Brieg 1699.

Examen de fortification, por de *Medina Barba.* 4to. Madrid 1699.

Joh. Seb. Grubers neuer und gründlicher Unterricht von der heutigen Fortifikation und Artillerie. 8vo. Nürnberg 1700.

J. Casp. Ritzii Unterrichtung wie ein Cavalier in der Mathematik und in specie in der Fortification müsse informiret werden. 8. Berlin 1700.

Chr. Carl Schindlers Amussis Friedericiana, s. Artificium Architecturae militaris nov. et curios. 8vo. Halle 1700.

Nouvelle Fortification imprenable par force des armes, par *Jacob de la Vergne* 4to. Vienne 1700.

Stanislai Reinhardi Aextelmeiers Alt- und Neues Troja. 8vo. Salzburg 1700.

The *Draughts* of the most remarkable fortified Towns of Europe in 44 Copper-Plates, to which is prefixd an introduction to military architecture or fortification, by *A. Boyer.* 4to. London 1701.

Sam. Reyheri Dissertatio de muniendi tam vetere quam novo naturalibus modis. 4to. Kilonii 1702.

Architectura militaris hypothetica et eclectica von Leonhard Christoph Sturm. 8vo. Nürnberg 1702.

Leonhard Christoph Sturms Beweis, daß Joh. Seb. Gruber, Major, seine Schriften ausgeschrieben. 8vo. Frankfurt an der Oder 1702.

L. C. Sturmii Wohlgegründete Gedanken von Aufhelfung der Ingenieur-Kunst auf Universitäten. 8vo. Frankfurt 1702.

Teutsch-Redender Vauban. Alles in französischer Sprache herausgegeben von dem weltberufenen Ingenieur Vauban. Anjetzo in das Hochdeutsche gegeben. 4to. Mainz 1702.

Mennii amussis munitoria, continens elementa et vera munitionis fundamenta. fol. Neapoli 1702.

Le théatre du monde, ou les nouveaux travaux de mars et de neptune, contenant la manière d'attaquer et de defendre les places. 4to. 1702.

Geöffneter Ritterplatz, 1r Theil. Die geöffnete Festung. 8vo. Hamburg 1702.

L. C. Sturmii Introductio ad architecturam militarem. 8vo. Frankf. an der Oder 1703.

Examen fortificatorium durch Joh. Sebast. Grubern, Major, 8vo. Leipzig 1703.

L. C. Sturmii wahrhaftiger Vauban. Französ. und Deutsch. 8vo. 1703.

Sturms Beweis seiner äußersten Geduld contra Grubern. 8. Frankf. an der Oder 1703.

Bar. von Borgsdorff neu triumphirende Fortifikation. 4to. Wien 1703.

Grubers Theoria et Praxis der heutigen Kriegsbaukunst. 8vo. Leipzig 1703.

Joh. Gröning vollkommener Baumeister und Ingenieur, oder drei Bücher von der Civil-, Militär-, und Naval-Baukunst. 8vo. Hamburg 1703.

Joh. Seb. Gruber, Apologie und Schutzrede wider die Schrift des militärischen Wunderthiers M. Leonh. Chr. Sturm. 8vo. ohne Druckort. 1703.

Unumstößlicher Beweis, daß von dem Herrn von Borgsdorf Rimplern zu viel geschehen, von Leonh. Christian Sturm. 8vo. Frankf. an der Oder 1704.

L. Ch. Sturms Entdeckung der unstreitig allerbesten Manier zu befestigen. Aus Rimplers befestigter Festung. 8vo. Frankf. an der Oder 1704.

Defensions-Echo des Ernst Friedr. Bar. v. Borgsdorff contra Sturm. 8vo. Wien 1704.

Leonh. Christ. Sturms bescheidene Exception und Submittirung zum Ausspruch unpartheiischer und competirender Richter, gegen das genereuse und höfliche Defensions-Echo des Freiherrn von Borgsdorff. 8vo. 1704.

Disputatio prior de Architectura militari, quam Praeses *Jerem. Papke* et *Resp. J. Wendt* defendent. 4to. Gryphiswaldae 1704.

Escuela militar de fortification ofensiva, par *Josef. Cassani.* 4to. Madrid 1704.

Architecture militaire, ou l'Art de fortifier les villes. Suivi d'un Abrégé de Geometrie. Par le Chev. *de Saint-Julien.* 8vo. à la Haye 1705.

La defense droite, qui est la fortification defensive, établie sur des principes fixes et nouveaux de Mr. *Coehorn*, par le Sr. T. *d'Abigné*, Ingen. ordin. des Etats des provinces unies. 8vo. Breda 1705.

Barnaud Nouveau Traité de fortification. 4to. Berlin 1705.

Kurzer Discours von einer neu verbesserten Maniere in der Circular-Fortification von J. Christ. Naumann. 8vo. 1706.

Nouvelle fortification tant pour un terrain bas et humide, que sec et élevé par Coehoorn. gr. 8vo. à la *Haye* 1706.

Mémoires pour l'attaque et pour la defense d'un place par M. *Goulon*, Ing. et General de l'Empereur. 8vo. Wesel 1716; augmentées des Journaux des Siéges d'Ath, de Philippsbourg, et de Landau; et du Directeur général des fortifications par Mr. de Vauban. Amsterd. 1764.

Joh. Matth. Hasii specimen Algebrae ad artem fortificatoriam applicatae. 4to. Lipsiae 1707.

Manuductio ad Architecturam militarem, durch J. C. Hasselbrink Ingen. 8vo. Wolfenbüttel 1710.

Nouvelle manière de fortifier les places, tirée des Methodes de *Vauban* et autres fameux Ingen. de ce Siècle. 12mo. Amsterd. 1710.

Fonctions des Generaux, ou l'art de conduire une armée, par Mr. *de Grimaret;* avec une architecture militaire par le Chev. *de St. Julien.* 8vo. à la Haye 1710.

Nouvelle manière de fortifier les places par *J. H. Landsberg.* 4to. à la Haye 1712.

Landsberg fortificat. de tout le Monde. 4to. à la Haye 1712.

Nouvelle manière de fortifier pr. Mr. *Voigt.* 4to. Jena 1713.

J. S. G. M. Wohlinformirter Ingenieur, nebst einem kurzen Begriff von der Arithmetica und Geometrie. 8vo. Nürnberg 1713.

Behrs bei den Europäern jetzt übliche Kriegsbaukunst.

Nouveau projet d'une Citadelle, confronté contre celle de Lille p. *J. H. D. Landsberg.* fol. à la Haye 1714.

Projet sur la Citadelle de Lille, présenté à Mr. le Bar. *de Keppel*, Major-General.

La nuova architettura civile et militare di *Alessandro Capra.* 4to. Cremona 1717.

L. Chr. Sturms neue Manier zu befestigen. 8vo. Hamburg 1718.

Freundlicher Wettstreit der französ., holländ. und deutschen Kriegsbaukunst von L. C. Sturm. fol. Augsburg 1718.

De *la Jonchere* Nouvelle Methode de fortifier les plus grandes villes. 12mo. Paris 1718.

Lettre sur la methode de fortifier les plus grandes villes. 12mo. Paris 1718.

L. C. Sturms Architectura civili-militaris. fol. Augsburg 1719.

L. Balth. Lauterbachs Fortifikations-Traktätchen. 4to. Jena 1719.

Sturms architectonische Reise-Anmerkungen. fol. Augsburg 1719.

Lauterbachs Delineirung der regulären und irregulären Festungen. 4. Jena 1719.

Dissertatio de Architectura militari. fol. Freiburg im Breisgau 1719.

Sommaire d'un Cours d' Architecture militaire, civile, hydraulique et des autres Traités utiles aux Ingenieurs et Architectes par Mr. *Beru. Belidor.* 12mo. Paris 1720.

L'Architettura militare di Francesco Marchi, difesa della critica del. Sig. Allano Manesson Mallet, di Ercole Corazzi. 4to. Bologna 1720.

Bourdet, Attaque et Defense des places. 8vo. Tournay 1720.

J. Ad. Cassens neu-verbessert- und durch Demonstrationes zur Wahrheit leitender Ingenieur. Franz. und Deutsch. Cassel 1721.

Jo. Ge. Liebknecht desideria mathematica nov.-antiqua ex architectura militari collecta. Resp. *Ern. Ludw. Mönster* à Mörscheid. 4to. Giessae 1721.

Wohlgegründete Untersuchung des von Herrn Joh. Adam Caß projectirten Drei-Ecks-Royal, nebst höchstnöthiger Ehrenrettung Rimplers, von Ludw. Andr. Herlino, Königl. Maj. in Pohlen Ingenieur. 4to. Dresden 1722.

Les principes de la fortification moderne par *Hartmann*. gr. 8. Bruxelles 1722.

Ein gegen das übel lautende Horn des von dem sogenannten Herrn Herlin mit vielen ungerechten Calumnien angefüllten Allarm, in dem wiederschallende Nothwehr etc. durch den Ingenieur-Capitän Caß nur interims- und raptinsweise gestellet und verfertiget. 4to. Cassel 1722.

L. A. Herlins Abhandlung und Anzeige einiger falschen Anklagen und Antilogien etc. 4to. Dresden 1722.

J. Rud. Fäsch Dictionnaire des Ingenieurs. 8vo. Dresden 1723.

Fabio della Forza, notti militari. 8. Venezia 1723.

Ge. Rimplers sämmtliche Schriften von der Fortifikation, herausgegeben von Ludw. Andr. Herlin. 4to. Dresden und Leipzig 1724.

Caroli de Aquino, soc. Jesu, Lexicon militare. fol. Romae 1724.

Kurze, jedoch grund- und deutliche Anfangsgründe zu der Fortification durch *Joh. Rud. Füsch.* fol. Nürnberg 1725.

Traité de la Sureté et de la Conservation des états par le moyen des forteresses, par Maigret. 12mo. Paris 1725.

Nouveaux Cours de Mathematique à l'usage de l'Artillerie et du Genie par Mr. *Belidor.* 4to. Paris 1725.

Lettre ecrite à un Ami au sujet d'un Retrenchement. 4to. Amsterdam 1725.

Wiedeburgs Einleitung zur Kriegsbaukunst. 8vo. Jena 1726.

Arquitettura Militar, par *Manuel Pimentel.* Lisboa 1726.

Vernünftige Gedanken von der Kriegsbaukunst. Erste Probe von Johann Christoph Glaser. 4to. Halle 1728.

O Engenheino Portugez, composta por *Manuel de Avezado Fortes.* 4to. Lisboa 1728.

La Science des Ingenieurs dans la Conduite des Travaux de fortification et d'Architecture civile par M. *Belidor.* 4to. à la Haye 1729.

Heberichs Vorübung in beiderlei Baukunst. 8vo. Leipzig 1730.

Beginzelen der Vesting-Bouw, leerende Hoe men na de hedendagse manier van versterkingen, alle regulaire en irregulaire Vestingen met haare Buitenwerken zal Teekenea, Afsteeken en Opbouwen, beneffens een kort Vertoog, van het geene men gemaenlyk doen moet in 't aantasten der Plaetzen, door *Barthol. Bruist*, Mathematicus tot Zwolle. Tweede Druck. 8vo. Leiden 1730.

Joh. Sebast. Steblers Versuch ganz neuer guter Manières zu fortificiren. 4to. Nürnberg 1731.

Nouvelle fortification françoise pr. Mr. *Rozard*, Lieuten. Colonel, Ingenieur de S. A. S. l'Elect. de Bavière. gr. 4. Nürnberg 1731.

Nouveau systeme sur la manière de defendre les places par le moyen des Contremines. Oeuv. posth. de Mr. d'Azin. 12. Paris 1731.

Nouveaux Plans et Projets de Fortifications, pour défendre et attaquer les places. Par le *Sr. Landsberg.* fol. à la Haye 1731.

Des verirrten Hauptrisses der Regulair-Fortification getreuer Wegweiser, bestehend in denen infailliblen Universal-, General- und Special-Maximes des vollkommenen Regulair-Hauptrisses von J. D. Durange, Ingenieur-Capitän. 4to. Frankfurt am Main 1733.

Supplement aux maximes ordinaires touchant la fortification. 4to. Tubing 1733.

Nouveaux projets de fortification. 4to. Stuttgard 1734.

Kurze Beschreibung einer umgekehrten Befestigungsart. 4to. Stuttgard 1741.

Nouveau Systeme de fortification. Ebendas.

Idée d'une Citadelle.

Beschreibung einer neuen Citadelle. Stuttgard.

Lettres d'un Officier Ingenieur, sur quelques sujets de fortification et de Geometrie pratique. 4to. Berlin 1734.

Le Parfait Ingenieur françois. 4to. Amsterdam 1734.

Nouvelle Manière Suisse de fortifier les places par M. *d'Herbort*. gr. 8vo. Augsbourg 1734.

Nouvelle Methode pour fortifier les places par *Jean Antoine d'Herbort*. gr. 8vo. Augsbourg 1735.

J. Jac. Schüblers Perspectivae geometricae. 1. Thl. von Fortification und Artillerie-Rissen. fol. Nürnberg 1735.

Desprez de S. Savin nouvelle école militaire, ou la fortification moderne. 4to. Paris 1735.

Lettre à trois demandes de Mons. le Comte *d'A.* touchant I. Le Plagium litterarium des Ingenieurs. II. Le fameux dessein du *Sr. Rimpler.* III. l'utilité de l'Analyse dans le Genie. Faite par *Jean Christophle Glaser.* 4to. 1736.

Vauban, Attaque et defense des places. 4to. la haye 1737. Leide 1740. Deutsch: Berlin 1744.

Reflexions sur un Ecrit de M. le Capitaine *Glaser*, intitulé Lettre à trois demandes pr. *Humbert.* 4to. Stettin et Berlin 1737.

Christoph Zaders Inledning til fortificationen of Lang Lorentsen. 4to Stockholm 1737.

Beschreibung, wie eine Stadt soll belagert und nachher die Belagerung mit gutem Succeß bis zur Uebergabe geführt werden. Auf Befehl König Friedrich Wilhelms aufgesetzt vom Fürsten Leopold von Dessau. fol. Dessau 1737.

Belidor Architecture hydraulique. 4to Paris 1737.

Das zum Kriege gehörige Augenmerk von B. A. Herlin. 4to. Dresden 1738.

Pagans Festungsbau, ins Holländische übersetzt nach Wertmüllers deutscher Uebersetzung. 8vo. Haag 1738.

Elements de Fortification par M *Le Blond.* 8vo. Paris 1739.

Norbert Wenzel v. Lingk kurzer und richtiger Discours von Ceremonial-Belagerungen formidabler Festungen. 8. Prag 1739.

Fortification Nouvelle, ou Recueil de differentes manières de fortifier en Europe, composé par Mr. *Pfeffinger*. 8vo. à la Haye 1740.

Supplement de Mr. *Landsberg*, des fortifications de tout le monde. 4to. Dresden 1740.

Traité de l'architecture militaire, de l'attaque et de la defense des places, par Mr. *Bardet de Villeneuve*. 8vo. à la Haye 1741.

Architecture militaire, ou l'art de fortifier. Qui enseigne d'une manière courte et facile la construction de toutes sortes de fortifications régulières et irrégulières, deux noveaux systemes pour construire, avec beaucoup moins de dépense, des places d'une defense plus longue et plus avantageuse que celles, qui sont fortifiées suivant le systême de Mr. le Marechal *de Vauban;* et leurs Attaques pour en connoitre la defense; La Construction des chemins converts sur toutes sortes de terrains. Par M* Officier de Distinction, sous le Regne de Louis XIV. On y a joint un traité de l'Art de la guerre. 4to. à la Haye 1741 (Cormontaigne).

Nouvelle fortification, tant pour un terrain bas et humide, que sec et élevé par Mr. *de Coehorn*. 8vo. à la Haye 1741, eine neue Auflage des im Jahre 1706 erschienenen Werkes.

Ad. Adolph Schöpflings Specimen Trigonometriae ad Fortificatoriam applicatae, oder trigonometrische Berechnungen aller Linien und Winkel in der Vaubanischen ersten Befestigungsmanier. 4to. Würzburg 1742.

Le Blond Elements de Fortification. Neue Auflage.

Essay de Fortification, contenant une nouvelle Methode de fortifier les places par *J. P. de Montangues*. 8vo. Amsterdam 1742.

J. B. Hoffmanns kurzgefaßte Anleitung, wie man nach einer leichten und besondern Art die Festungen also bauen und anordnen soll, damit sich wenig Menschen lange Zeit gegen einen starken Feind wohl defendiren können. 4to. Jena 1743.

Elemens de la guerre des sièges par le Blond. 8. Paris 1743. 1761 deutsch durch Jäger. 8vo. Leipzig 1767.

Dictionnaire militaire. 12mo. Lausanne; auch 8vo. Geneve 1743.

Neu verbesserte Geometrica practica, welche bestehet in der nothwendigen Abänderung der geometrischen Instrumente und derselben Gebrauch, beschrieben und mit Kupfern herausgegeben von Georg von Meißner. Trans. Nebst noch einem beigefügten kurzen Auszug von einem neuen Fortifications-systemate. 4to. Frankfurt am Main 1743.

Ingenieur Moderne par le Baron *F. D. R.* à la Haye 1744.

La nouvelle école militaire, dediée à S. A. S. Mgr. le Prince *de Conty*. 8vo. Paris 1744.

Nouveau systeme sur la manière de defendre les places par le moyen des Contremines. 4. Frcfurt 1744. (pr. de Valliére et de Lorme).

La Science de la guerre, ou connoissances necessaires pour tous ceux qui entreprennent la profession des armes. Oeuvr. divisée en 2 livr. 8vo. Turin 1744.

Ge. Wolfg. Kraft Specimen Algebrae ad Architecturam militarem applicatae. Tom. IX. Comment. Acad. Petrop. p. 77 seq An. 1744.

Des Graven von Pagan gründliche Anweisung, Festungen zu bauen. Neue Auflage. 12. 1745.

Belidors neuer Cursus mathematicus, übersetzt durch Bion. 4. Wien 1746.

Des Grafen von Khevenhüller kurzer Begriff aller militärischen Operationen, sowohl im Felde als in Festungen. 8. Neuwied 1746. 1755; Franz. 1749; desgleichen von B. v. Sinclair 1771.

Solutiones problematum Architecturae militaris algebraicae.

d'Azin neuer ausführlicher Unterricht, Festungen vortheilhaft anzulegen, und durch Contreminiren auch andere Anstalten einer vollständigen Defension aufs äußerste zu beschützen. A. d. Franz. 8vo. Halle 1747.

Ouvrages divers sur les belles Lettres, l'Architecture civile et militaire, les Mechaniques et la Geographie. 8. Berlin 1747.

Traité des sièges, pour servir de supplement à l'attaque et à la défense des places de Mr. le Marech. *de Vauban*. 8. Berlin 1747.

Bedenken von der Schädlichkeit der Festungen, bei Gelegenheit der neulich übergegangenen Festung Bergen op Zoom. 4. Frankfurt am Main 1748.

Trattato di fortificazione Moderna par *Giovanni Molitari, Staliani*. dal Caval. Ant. Sol. Raschini. 8vo. Venezia 1748.

Joseph Carl Wilh. von Feignel Kurze, jedoch gründliche Gedanken von einer wahren Verbesserung der modernen Fortification. 4to. Glückstadt 1748.

Scientia artium militarium. *R. P. Faustini* Grodziki. 4to. 1748.

Carren Traité de fortification. 8vo. Liège 1748.

M. Gottfr. Heinr. Grummerts, aus Biala in Pohlen, zufällige Gedanken von der regulairen Befestigung, sonderlich den irregulairen Polygonen, von innen heraus, Audentior ito. 4to. Dresden und Leipzig 1749.

Nouveau traité sur les fortifications. 8vo. Paris 1749.

Neue Art zu fortificiren, wodurch sowohl regulaire als irregulaire Städte, Schlösser u. s. w. in égalen Defensions-Stand gesetzt werden; und von der bisherigen Fortification ganz unterschieden durch Fr. Adolph von der Albe. S. K. Maj. in Preußen Obersten. Querfol. Frankfurth und Leipzig 1749. 1753. Auch 1767 in 8. zu Halle.

Kurze Abbildung der beim Kriegswesen in der Fortification und Artillerie vorkommenden Sachen. 8. Berlin 1750.

Traité de l'art militaire dans la fortification, l'attaque et la défense des places, selon la methode *de Vauban* par Mr. les *Ctes de Mattuschka*. 8. Breslau 1750.

Dictionaire militaire par Mons. *A. D. L. C.* 8. Dresde 1751.

A Treatise on elementary part of fortification, so regular as irregular. 8. London 1751.

G. B. Bilfingers Nouveau Projet du revetement d'une forteresse. 4vo. Tubingue 1751.

L'Architecture militaire par un anonyme. 4vo. 1751.

Nouveaux Elemens de fortification, contenant ce qu'il y a de plus essentiel à observer dans une placeforte; pour initier en peu de tems les jeunes Militaires dans la connoissance de cette science, par Mr. *le Blond*. Nouv. Edit. augmentée. 12mo. Paris 1752.

Manière de fortifier selon la methode de Mr. *de Vauban*, avec un traité préliminaire de géometrie, par l'abbé du Fay. 12mo. Paris 1752.

Mariä Theresiä, Römischer Kaiserin Königin rc. Instruction und Verhaltungsbefehle für die sämmtlichen Fortifications-Beamten und Rechnungsführer. fol. Wien 1752.

Hauptgründe der Befestigungskunst, entworfen von L. F. F. Nicolai. 8. Leipzig 1753.

Ward 1755. übersetzt und mit weitläuftigen Anmerkungen erläutert unter dem Titel: Essai d'Architecture militaire. 4to. Berlin.

L'Ingenieur françois, contenant la Geometrie pratique et la fortification réguliére et irreguliére par Mr. *Naudin*, Ingen. du Roi 8. Amsterd. 1753.

Goulons Bericht von Belagerung und Vertheidigung der Festungen mit Anmerkungen übers. von Goulon. 8. Breslau 1754.

Essai sur la fortificat. 8. à la Haye 1754. 1755.

Ward 1757 von Joh. Paul Eberhard ins Deutsche übersetzt und zu Göttingen in 8 gedruckt.

Remarques militaires et politiques. (pr. Nicolai.) 8. Berlin 1755.

Staelschwerds Forelasninger uti reguliere fortification, hällne for Köngl. Maj. Cadet. Corps. 4. Stockholm 1755. (Deutsch von Petersen 1788.)

Humbert l'art du Genie. 8. Berlin 1755.

Deutsch. 8. Bernburg 1756.

Dictionnaire portatif de l'Ingenieur par Mr. *Belidor*. 8. Paris 1755. 1768.

Verhandeling over de Metsclary in Vestingwerken, behelzende ean niew Project met derzelver Verdediging en het geene een Ingenieur noodig te weten en waarn te nemen hust in het doon bouwen van de Muragie der Vestingwerken, mit Beschouwinge en Oudervinding te samen gesteld door Cornelio Redelykheit. 8. Rotterdam 1755.

Bourdon reflection sur l'état des forteresses. 4. Amsterdam 1755.

Discours sur les fortifications par *Trincano*. 4. Paris 1755.

A Compleat treatise on mines, extracted from the memoires d'artillery, by *H. Manningham*. 4. London 1756.

Betrachtungen über die Ursachen, warum sich die meisten Festungen in den Feldzügen des gegenwärtigen Jahrhunderts so kurze Zeit vertheidiget haben. 4. Wien und Prag 1756.

A Treatise containing the practical part of fortification. In 4 parts by *J. Müller*, Prof. of Art. and Fortif. 8vo. London 1756; includ. the attac and defense of fortified places 1757; 3. Edit. with *Belidors* new Method of mining, to which is added Mr. *Valieres* dissertation on countermines 1770.

Anweisung zur Kriegsbaukunst. 8. Berlin 1757. (Von J. Fr. Hähn.)

Herrn Belidors Ingenieur-Wissenschaft, übersetzt. 4. Nürnberg 1757.

Les Amusemens militaires, par Mr. *du Pain*. 8. Paris 1757.

Ragionamento sopra alcune invenzioni d'architettura militare. 4. Milano 1757 (di Fallois de Icoville).

Jacob von Eggers neues Kriegs-, Ingenieur-, Artillerie-, See- und Ritter-Lexicon. 8. Dresden und Leipzig 1757.

Oeuvres militaires par Mr. *de Sionville*. 8. Chanteville 1757.

Der geschickte Angriff und die glückliche Abhaltung des Feins

des bei Belagerungen, von Theodor Philipp von Pfau, K. P. Lieut. 4. Köthen 1757.

Commentaire sur la defense des places; par Mr. *de Beausobre.* 4. Amsterdam 1757.

Mullers Treatise on mines, deduced from a new Theory. 8. London 1757.

Gedanken über die Wissenschaften eines Ingenieur- und Artillerie-Offiziers, von einem Hochfürstl. Braunschweig. und Lüneburgischen Offizier und Ingenieur. 4. Leipzig 1758.

Le Blond Cours de Mathematique à l'usage des militaires. 4. Paris 1758.

Das Geheimniß, die Kriegsheere und die Festungen unüberwindlich zu machen, entdeckt von G. K. L. von D. 8. Frankfurt 1758.

Christ. Riegeri universae architecturae militaris elementa. 4. Vindobon 1758.

Manière de reparer les places de Guerre et de les mieux defendre; demontrée en XVII plans bien detaillés, avec des reflexions sur l'état des forteresses anciennes et modernes, où l'on traite de leurs defauts et de la foiblesse de leurs ouvrages. Par *M. D. B.* 4. Metz 1758.

L'art d'attaquer et de defendre les places, par Mr. *le Febure.* 4. Berlin 1757 1758 1774.

Le manuel Lexique de la Science des Ingenieurs, par *Belidor.* 8. Paris 1758.

Beschouwing over de Deelen van het *Bastion* volgens eene daarover opgegeeven Vorstel van den Heere Ypey door Klinkenberg.

Oplassing van eer Vraagstuck, de Kriegs-Bowkunde betreffende, door den heer *P. le Vaux*; uit het Fransch vertaald door *J. E.*

Ypey Verhandeling over de Profilen der Vestingen. Abhandlungen der Harlemer Gesellschaft. IV. Th.

Dupois Schattirkunst in der Civil- und Militair-Architectur. fol. Nürnberg 1759.

De nieuwe versterkte Facen en Flanquen door C. Redelykheid. 4. Amsterdam 1759.

Oplassing van drie Vragstueken in de Vestingbowkunde door N. Ypey. Im V. Thl. der Abhandlungen der Harlemer Gesellschaft 1760.

Journal du Camp de Compiegne de 1739; augmenté des épreuves des mines, faites en présence du roi par M. M. *de Turmel* et *Antoniazzi*, Capit: des mineurs, redigé sur les lieux par *Le Rouge.* 8. Paris 1761.

Angemerkte Fehler, welche sich noch in der Kriegsbaukunst und denen Festungen, auch neuesten herausgegebenen Manieren

zu fortificiren befinden, als welches die wahre Ursache, warum die heutigen Festungen so gar bald übergehen; und eine ganz neue Manier zu fortificiren, darinnen sie abgeschaft; von Christian Ludwig von Steuben, Mathematicus und Ingenieur, Ihro Königl. Maj. zu Dännemark und Norwegen bestallter Oberster von der Infanterie. 4. Kopenhagen 1761.

Des Hrn. Deidier vollkommener französischer Ingenieur, übersetzt. 4. Leipzig 1762.

Abregé de la fortification. Kurzer Auszug einiger zur Kriegsbaukunst gehörigen Wissenschaften. 8. Leipzig und Halle 1762 und 1767.

Rosbachs eröffnete Gedanken von der Fortification. 4. Glückstadt 1762.

Reflexions militaires sur differents objets de la guerre par *G. K.* 8. Frankfurt und Leipzig 1762.

M. L. Braun, Etwas in einer Nuß, oder gründliche Beschreibung, wie es bei Belagerung und Vertheidigung einer Festung gehalten werden soll. 8. Arnstadt 1762.

Esp. des loix de tact. par de *Ronneville.* 4. à la haye 1762.

Beschreibung eines kleinen regulairen sechseckigten Kriegs-Platzes von einer neuen und des jetzigen gewaltsamen Angriffes mehr proportionirten Erfindung. (Vom Berg-R. und Prof. Böhm.) 4. Frankfurt und Leipzig 1764.

Le Blond Elémens de Fortification, 5 Edit. augmentées de l'explication detaillée de la fortification de Mr. *de Coehorn*, et de la Construction des Redoutes, forts de Campagne etc. 8. Paris 1764. 6 Edit. 1766. Deutsch 1766 — 1772. 8. Frankfurt und Leipzig.

Essai sur les mines, par Mr. *le Febvre*, Maj. au Corps des Ingen. de Prusse. 4. Neisse 1764.

D. J. Peter. Eberhards Vorschläge zu Verbesserung der Kriegsbaukunst. 8. Halle 1765.

Des Herrn von Belidor kurzgefaßtes Kriegs-Lericon von Friedr. Wilhelm Kratzenstein. 8. Nürnberg 1765.

Elementi d'Architectura civile et militare. 4. Roma 1765.

Izzo Elementa Architecturae militaris. 8. Vindobon 1765. Französisch unter dem Titul: Elémens d'architecture militaire à l'usage du College Royale Theresien par *J. B. Izzo*, de la Comp. de Jesus. Traduit du Latin par un Pere de la même Comp. 8. Vienne 1772.

De Theorie van de Vestingbouw, door *Mattheus Sidorius.* 8. Leuwaarden 1765.

Ypey, Verhandeling over de onregelmatige Vestingbouw. Schriften der Harlemer Gesellschaft. VIII. Thl. Deutsch in Böhms Magazin.

Nouveau Systeme de la defense des Places fortes, et

un raisonnement sur la fortification irreguliere. 8. Berlin 1766.

Dasselbe Buch deutsch. 8. Berlin und Stralsund 1767.

Elemens de l'art militaire ancienne et moderne par Mr. *Cugnot*. 12. Paris 1766.

Recherches sur l'art militaire, ou Essai de l'Application de la fortification à la Tactique. 8. Paris 1766.

Kurzer Unterricht von den Anfangsgründen der Kriegsbaukunst, von J. D. C. Pirscher. 8. Berlin 1767.

Neue Methode, irregulaire Festungen zu vertheidigen, zu verstärken und auf allen Seiten gleich stark zu befestigen. Herausgegeben von P. F. v. Bellersheim. 4. Frankfurt am Main 1767 auch französisch ebendas.

Abregé de fortification. Kurzer Auszug einiger zur Kriegsbaukunst gehörigen Wissenschaften, darinnen die Benennungen der Linien, Winkel und Werke, welche sich an einer Festung befinden, demonstriret werden. Nebst einigen Reflexionen über die Anstalten zu Belagerung fester Plätze. 8. Leipzig und Halle 1767.

Plan van een nieuwe methode om regte Linien te fortificeeren door *A. Lieftink*. 8. Leuwaarden 1767.

Elemens de fortification, de l'attaque et de la defense des places, par Mr. *Trincano*. 8. Paris 1768.

Lettre d'un Ingenieur à un de ses amis sur les élemens de fortification de Mr. *Trincano*. 12. Amsterdam 1768.

L'Ecole de la fortification, ou les élemens de la fortification permanente, réguliere et irreguliere, mis dans un ordre plus methodique, qu'il ne s'est pratiqué jusqu'à present, pour servir de suite à la science des Ingenieurs de Mr. *Belidor*. Avec deux nouvelles méthodes de fortifier une place, plusieurs nouveaux ouvrages; beaucoup de remarques etc. par *Jos. de Fallois*, Major du Corps des Ingen. *de S. A. E. de Saxe*. 4. Dresde 1768.

Dictionnaire des Ingenieurs par *Belidor*, augmentée du quadruple par *Jombert*. 4. Paris 1768.

Erste Gründe der Kriegsbaukunst in einem Zusammenhange entworfen von Lorenz Johann Daniel Suckow. 4. Frankfurt und Leipzig 1769.

Herrn Belidors vermischte Werke über die Befestigungskunst und Artillerie, deutsch und mit Anmerkungen, nebst einer angehängten Fortifications- und Artillerie-Bibliothek versehen durch David Andreas Schneller. 8. Braunschweig 1769.

Von Räcker, erste Gründe der Kriegsbaukunst. 8. Wien 1769.

Essai sur les fortifications, ou Application de la fortification au terrain. Par Mr. *Bakalowitz*, Capit. Ingenieur de *S. M. Le Roi* de Pologne. Avec un Manuel de l'attaque. 8. Warsowie 1769.

Dictionnaire d'architecture civile, militaire et navale, antique, ancienne et moderne, et de tous les arts et metiers qui en dependent, enrichi de 101 planches par *M. C. J. Roland de Visloys*, cidevant Architecte du Roi de Prusse, et depuis de l'Imperatrice Reine. 4. Paris 1770.

Die bedeckte Festung, von J. J. Schneider Königl. Gr. Britt. und Chur Braunschw. Lüneburg. Ingen. Capit. Lieutenant. 8. Hannover 1770.

Reglement, die Studia und Exercitia der Schaumburg-Lippe-Bückeburgischen Ingenieurs und Artilleristen betreffend. 8. Stadthagen 1770.

Observations sur un ouvrage attribué à Mr. *de Vallière*, intitulée: Traité de la defensedes places par les Contremines. 8. la haye 1770.

Major Youngs manoeuvres and new system of fortification. 8. London 1770.

Erklärung einiger Karten zur Kriegsbaukunst. 8. Berlin 1770.

Abhandlung von der Vertheidigung der Festungen des Marschalls v. Vauban. Auf höchsten Befehl a. d. Franz. von G. A. v. Clair, K. Pr. Ingen. Capit. 8. Berlin 1770.

Nouveau traité des mines et des contremines, par Mr. *Prudhomme*. 8. Paris 1770. Extrait du traité etc.

Traité de la castrametation par *Fallois*. 8. Berlin 1771.

Art de la guerre, conten: un traité sur l'attaque des places 4to à la haye 1771.

Auszug der im vorigen und jetzigen Seculo angegriffenen und vertheidigten Städte von Clair. 4. Berlin 1771.

Neuer Vorschlag, nach welchem man die Festungen durch eine leichtere und einfachere Anordnung der Werke, besonders der Glazis, zu einer bessern Vertheidigung einrichten könnte, a. d. Franz. 8. Berlin 1771.

L'Ingenieur françois par *Naudin*, ward 1771 zu Paris von neuem aufgelegt.

Karl August Struensees Anfangsgründe der Kriegsbaukunst. 8. Liegnitz 1771. 1 Theil, enthält die Feldverschanzungskunst; 2 Thl die Festungsbaukunst, und 3 Thl den Angriff und die Vertheidigung der Festungen. Dasselbe verkürzt und verändert von Krebs. Kopenhagen 1797.

Methode nouvelle et facile pour fortifier les places, par *Pirscher*. 8. Berlin 1771.

Ge-

Geschichte der Befestigungskunst, oder zuverlässiger Bericht von der Befestigungskunst, dem Angriffe und der Vertheidigung fester Plätze, vom Anfange bis auf gegenwärtige Zeit, nebst der Beschreibung der Kriegsmaschinen, wobei annoch: Neue und sichere Manier, einen Ort zu befestigen, solchen mit geringer Besatzung zu vertheidigen, wie auch selbigen geschickt anzugreifen, von einem Kenner und Freunde dieser Kunst. 8. Breslau 1773.

Réflexions d'un Ingenieur, ou réponse à un tacticien. 12. Paris 1773.

Beschreibung der sogenannten Contreapproschen, von einem Hessischen Offizier. 8. Hersfeld 1773.

Holliday's easy introduction to practical gunnery and fortification. 8. London 1774.

Fäsch Regeln und Grundsätze der Kriegskunst. 3r und 4r Theil. 8. Leipzig 1774.

Neueste Art, einen Platz so zu befestigen, daß alle Bollwerke das angegriffene zugleich vertheidigen, durch von Feuchtersleben. 8. Hildburghausen 1774.

Abhandlung über die bei Anlegung der Minen nöthige Theorie. 8. Kopenhagen 1774. Franz. 1778.

Principes fondamentaux de la Construction des places, avec des Reflexions sur les perfections et imperfections de celles, qui sont construites, et une nouvelle Theorie des Mines, par le Vicomte *de Flavigny*. 8 Paris 1775, auch 1776.

De niew uitgevonden Pallisaden, als meede een nieuw uitgevonden Canon, in den bedeckten Weg te konnen gebruiken; door *C. Redelykeid*. 8. s' Gravenhag 1775.

Anweisung zum Festungsbau mit verdeckten Flanquen und und zum Defense en revers, und einer Maschine, Schiffbrücken zu sprengen, von J. D. C. Pirscher. 8. Berlin 1776.

Andr. Böhms gründliche Anleitung zur Kriegsbaukunst, 4. Frankfurt a. M. 1779.

Joh. Chr. Müllers Project einer neuen Befestigungsmanier, nebst einigen andern Vorschlägen. 8. Berlin und Leipzig 1776.

J. C. Glasers hinterlassene Gedanken von der Kriegsbaukunst. 1. Sammlung durch Fr. L. Aster. 4. Dresden 1776.

La fortification perpendiculaire, ou essai sur la manière de fortifier la ligne droite, le triangle, le quarré et tous les polygones, en donnant à leur defense une direction perpendiculaire; ou l'on trouve des methodes d'améliorer les pieces deja construites et de les rendre beaucoup plus fortes; par le Marq. *de Montalembert*. 4. Paris XIII. Tomes 1776—1784.

Kurzer Unterricht in der Belagerungskunst von J. D. Pirscher. 8. Berlin 1776.

A systeme of military mathematiks, illustrated with Plates by *Lewis Lochée.* 8. London 1776.

Beiträge zur Ingenieur-Wissenschaft, von Franz Grafen von Kinsky. 8. 1776.

Ausführliche Abhandlung von der Minirkunst von J. M. Geuß. 8. Kopenhagen 1776.

Recueil de quelques pièces et lettres, relatives aux épreuves du Globe de compression, par *le Febvre.* 4. Maistr. 1777.

Versuch über die Anwendung der Minen im Belagerungskriege (von v. Lahr). 8. Breslau 1778.

Oeuvres complettes de Mr. *le Febvre*, Major du Corps des Ing. de Prusse. 4. Maistr. 1778.

Traité des mines, à l'usage des jeunes militaires, par *Etienne.* 4. Münster 1779.

Betrachtungen eines Offiziers über die Festung Philippsburg. 4. Schwabach 1776.

Analisi et essame ragionato dell' arte della fortificatione é difesa delle piazze dell Abbate *Carlo Borgo.* 4. Venezia 1777.

Die Kriegsschule, oder die Theorie eines jungen Kriegsmannes in allen militärischen Unternehmungen. 8. Wien 1777.

De Gaigne militairisches Handbuch, aus dem Franz. übersetzt. 8. Gotha 1778.

La theorie de la fortification. On y a joint la description d'une nouvelle planchette, par *Cugnot.* 12. Paris 1778.

Dell' Architettura militare, libro primo, in cui si tratta della fortificazione regolare, di *A. V. Papacino d'Antoni.* 8. Torino 1778.

Cahiers militaires, contenant une nouvelle idée sur le genie et plusieurs autres pièces interessantes et utiles. 4. Geneve 1778.

Traité sur l'art des sièges et les machines des anciens par Joly *de Maizeroi.* 8. Paris 1778.

Böhms Magazin für Ingenieurs und Artilleristen. XII Bde. 8. Gießen 1777—1790.

Ordonnance du Roi, concernant le Corps du genie. 4. Paris 1778.

Lucas Voch, der glücklich unterrichtete Zeichenmeister in der Kriegsbaukunst. 8. Augsburg 1779.

Precis d'un projet, pour augmenter et assurer la defense des places, même en y employant beaucoup moins de monde et moins de depense, qu'il en faut à present. 8. Turin 1779.

Esperienze et osservazioni intorna alla pressione della terra et alla resistenza de muri, que la medesima terra sostengo, da Paola de Langes.

Dell' architeotura militare, da *C. A. Rana.* 8. Turin 1779.

Dell' architectura millitare dal Cav. Ignaz *Andrea Bozzolino.* 8. Torino 1779.

Pratique generale des fortifications, pour les tracer sur le papier et sur le terrain, sans avoir égard à aucune methode particulière, par Ango. 8. Moulins 1779.

Elementi di architettura militare di Gioseppe Parisi. 4 Tom. 8. Napoli 1780—1785.

Tal om Tästniagars nytta och bruk samt Byggnads saett; hallet for Köngl. Vetenskaps-Academien vid praesidii nedlaggande, of *Alex. v. Strussenfeld.* 8. Stockholm 1780.

Patriotique and military Instructions addressed to the people of England, with a view to enable them to defeat the purposes of the enmy in case of en invasion, and new observations relative to fortification. 8. London 1780.

Elements of fortification by *Levis Lochée.* 8. London 1780.

Bissets Essay on the Theory and Construction of fortification. 8. London 1781.

La defense des places mise en equilibre avec les attaques savantes et furieuses d'aujourd'hui; par *Jean Bernhard Virgin.* 4. Stockholm 1781.

Du Pain de Montesson Kunst alles in Grundriß zu bringen, was auf den Krieg oder auf die bürgerliche und ökonomische Baukunst einige Beziehung hat. 8. Dresden und Leipzig 1781.

Cours de Geometrie pratique, d'architecture militaire, de perspective etc. par *Dupuis.* 8. Paris 1781.

Stettners gründliche Anleitung zur Ingenieurkunst. fol. Nürnberg 1782.

Principios militares, en que se explican las operaciones de la guerra subterranea; p. *D. Raym. Sanz.* 8. Madrid 1783.

Anfangsgründe der praktischen Mechanik, der bürgerlichen und der Kriegsbaukunst von G. **Simon Klügel.** 8. Berlin und Stettin 1784.

Supplement au Tome V. de la Fortification perpendiculaire, contenant de nouvelles preuves de la grande superiorité du Systeme angulaire sur le systeme bastionné etc. par Mr. *Montalembert.* 4. Paris 1786.

Memoires sur la fortification perpendiculaire par plusieurs Officiers du Corps royal du Genie. 4. Paris 1786.

Consideration sur l'influence du genie *de Vauban* dans les forces de l'état par le Chev. *d'Arçon.* 8. Strasburg 1786.

Lettre a Mons. *de Keralio* en Reponse au Compte qu'il a rendû dans le J. d. S. du Mem. sur la fortif. perpen. par plusieurs Offic. etc. 8. Paris 1787.

Réponse au Mémoire sur la fortification perpendiculaire par plusieurs Officiers du Corps Royal du Génie, présenté à l'Academ. Royale des Sciences. Par Mr. *Montalembert* etc. 8. Paris 1787.

Elemens d'Architecture, de Fortification et de Navigation, avec un Vocabulaire des principaux termes de Fortification et de Navigation, en François et en Anglois; pr. Mr. *de la Ferté*. 8. Paris 1787.

Nouvelle Science des Ingenieurs. Ouvrage dans lequel l'auteur examine, non seulement l'insuffisance et la faiblesse des systemes bastionnés, les moyens de remedier à ces defauts, les proprietés de quelques nouvelles methodes de fortifier, les grands moyens de defense, qui resulteraient des mouvements qu'on pourroit communiquer aux eaux des fleuves et de l'Océan etc. par Mr. *Julien de Belair*. Dedié à S. M. le Roi de Prusse. 8. Berlin et Petersbourg 1787.

Unterricht in der Festungsbaukunst nach Glaserschen Grundsätzen, ausgearbeitet von F. B. Aster. 4. Dresden 1787.

Grundsätze zu Vorlesungen über regulaire Fortification. A. d. Schwedisch. des verstorb. Ingen. Capit. von Stahlschwerd übersetzt durch P. Petersen. 8. Kopenhagen und Gotha 1788.

Abhandlungen über die Mauerarbeit in Festungswerken, welche ein Ingenieur nothwendig verstehen muß, nebst einer mit Gründen unterstützten neuen Methode zu mauern. A. d. Holländ. des Corn. Redelykheid übersetzt von C. R. von Lindener. 8. Breslau 1788.

Examen de la question de l'utilité des places fortes et des retranchemens, tant dans le systeme des anciennes guerres que depuis l'invention des armes à feu, par de *Foissac*. 8. Strasbourg 1789.

Observations sur les differentes manières de fortifier avec un projet pour fortifier plus avantageusement, par *C. F. M.* 8. Göttingue 1789.

De la force militaire, considerée dans ses rapports conservateurs, par Mr. *d'Arçon*. 8. Strasbourg 1789.

Observations sur les nouveaux Forts, qui ont été exécutés, et qui doivent l'être pour la defense de la rade *de Cherbourg*, ou l'on fait mention des travaux fait au Havre, à Dunkerque et à l'Isle de france, ou l'on donne enfin les moyens de faire exécuter à l'avenir des Ouvrages moins couteux et d'une meilleure defense: par Mr. *de Montalembert*. 4. Paris 1790.

Reponse aux Memoires de Mr. *Montalembert*, publiés sur la fortification, dite perpendiculaire, la composition des casemates inexpugnables, la multiplication illimitée des bouches à feu, le projet d'enceindre le Royaume par des lignes imprenables, et autres idées d'une apparence très importante. Pour servir d'apologie aux principes observés dans le Corps Royal du Genie, par *d'Arçon*. 8. Paris 1790.

Reponse au Colonnel d'Arçon, Auteur des batteries flottantes sur son Apologie des principes observés dans le Corps du Genie. Par Marc. René *de Montalembert*. 4. Paris 1790.

Gr. Kinsky über Emplacement der Festungen. 8. Wien 1791.

Oeuvres militaires du Marechal *de Vauban*, rectifiées et augmentées par *de Foissac*. 8. Paris 1792.

Traité complet de la fortification des places de guerre, par un Capitaine du Corps de Genie. 8. Paris 1792.

Inventions militaires fortifiantes, ou Essai sur des nouveaux moyens offensives, par *Reveroni*. 8. Paris 1793.

Gerstenbergs Anleitung zur Minirkunst.

A. V. Papacino d'Antoni Kriegsbaukunst nach dem Italienischen von einem pr. Offizier (v. Rohde). 8. Berlin 1794.

Elémens de fortification, renfermant ce qu'il étoit nécessaire de conserver des ouvrages de Le Blond, de Deidier et autres auteurs: on y a joint l'examen raisonné des principes sur l'art des fortifications du maréchal *de Vauban*, *de Saxe*, *de Cormontaigne*, *de Robins*, *de Cugnot*, *de Tielke*, *de Landsberghen*, *de Trincano*, *de Fallois*, *de Rozard*, *de Coehorn*, *de Montalembert* et plusieurs autres ingénieurs, anciens et modernes, françois et étrangers etc. par *A. J. de Belair*, général de Division. 2 Edit. 8. Paris 1793.

Des fortifications et des relations générales de la guerre des siéges, pour servir de réponse à l'ouvrage *de Montalembert*, par *Michaud d'Arçon*. 8. Paris 1794.

Dissertation sur la fortification permanente, la fortification de Campagne et la portée des bombes; par *Hennert*, Prof. en Mathem. 8. Utrecht 1795.

Des frontières de la France, considerées sous un point de vue militaire et politique. 8. Paris 1795.

Traité de la defense des places par *Vauban*, rectifié et augmenté de developpemens, par *Foissac*. 8. Paris 1795.

Correspondence militaire, anglo-helvetique, ou Recueil de pièces sur la guerre, les fortifications et l'Artillerie. 8. Bâle 1795.

Considerations militaires et politiques sur les fortifica-

tions; par le *C. Michaud (d'Arçon)* Ancien Gener. de Division et Inspecteur des fortifications. Imprimé par Ordre du Gouvernem. 8. Paris 1796.

Fr. Jos. Gr. v. Kinsky Beiträge zur Ingen.-Wissenschaft. 1s Stück: über den Druck der Erde auf die Futtermauern. 8. Wien 1796.

Quelques idées sur l'art et les devoirs des Ingenieurs par *Marès*. Cologne 1798.

Betrachtungen über die Art und Weise, feste Plätze zu befestigen. 8. Berlin 1799.

Menu v. Minutoli Betrachtungen über die Kriegsbaukunst. 8. Berlin 1799. 2te Auflage 1808.

Cordes vermischte Schriften über Fortification. Frankfurt am Main 1800.

De l'architecture des forteresses, ou de l'art de fortifier les places et de disposer les etablissemens de tout genre T. I. par *C. F. Mandar*. 8. Paris 1801.

Essai général de fortification et d'attaque et défense des places par *Mr. de Bousmard*. 4. Berlin 1798. Deutsch von J. W. A. Kosmann. 8. 1800. Franz. 8. Paris 1815.

Vom Festungskriege. 8. Berlin 1801.

Elemens de fortification à l'usage des officiers d'etat-majors, par *Noiset de Saint-Paul*. 8. Paris 1800.

Traité complet de fortification, ouvrages utile aux jeunes militaires, et mis à la portée de tont le monde adedit. par *Noiset de Saint-Paul*. 8. Paris 1800.

Memorial *de Carmontaigne* pour l'attaque des places; ou récueil fait par ce célébre Ingenieur des préceptes et des methodes, qu'il suivoit dans la conduite des sièges, par Mr. *de Bousmard*, Major au Corps des Ingen. d. S. M. le roi de Prusse. 8. Berlin 1803.

Journal historique du siège de Peschiera, et de l'attaque des rétranchemens de Sermione, par *Henin*. 8. Paris l'an 9. (1801.)

Relations des principaux sièges faits ou soutenus en Europe par les armées françaises depuis 1792; rédigées par M. M. les officiers généraux et superieurs du corps imperial du génie, par *V. D. Musset-Pathay*. 4. Paris.

Einleitung in die Kriegskunst, vom Grafen de la Roche-aymon, Königl. Preuß. Major. A. d. Fr. 3r Theil, die Kriegsbaukunst enthaltend. 8. Weimar 1804.

Traité de fortification souterraine, suivi de quatre mémoires sur les mines, par le Chef de Bataillon du Génie, *Mouzé*. 4. Paris 1804.

Essai sur un précis des principes d'une théorie pratique des mines à l'usage des princes, et des officiers, qui

cherchent à se distinguer, par le Bar. *d'Arletan.* 4. Berlin 1804.

Histoire du corps imperial du Génie, des sièges et travaux, qu'il a dirigés, et des changemens, que l'attaque, la defense, la construction et l'administration des forteresses ont recû en France, par *Allent.* 8. Paris 1805.

Traité de fortification souterraine, ou des mines offensives et defensives; comprenant la theorie et la pratique des mines, la guerre souterraine, les demolitions etc. par *C. L. Gillot.* 4. Paris 1805.

Traité pratique et theorique des Mines par *M. M. Gumpertz* et *le Brun.* 4. Paris 1805.

Traité élémentaire d'art militaire et de Fortification; à l'usage des éléves de l'ecole polytechnique, par *Gay de Vernon.* 4. Paris 1805.

Traité experimental, analytique et pratique de la poussée des terres, et des murs de revetement, par *Mayniel.* 4. Paris 1808.

Ueber die gemeinschaftlichen Fehler vieler Festungen, nebst einigen Vorschlägen, denselben abzuhelfen. Von einem Königl. Preuß. Offizier. 8. Breslau 1809.

Questions proposés aux jeunes militaires, sur les fortifications, par *Fossé.* 12. Paris 1810.

Mémoire sur la fortification permanente, pour servir à la construction d'un front de fortification sur le terrain, par Mr. *Sea.* 4. St. Petersbourg 1811.

Exercice sur la fortification, à l'usage de l'ecole imperiale de l'artillerie et du génie, redigé par ordre de Mr. le colonel *Demarçay*, et en vertu d'un arreté du conseil de perfectionnement, par *A. M. d'Obenheim*; professeur d'architecture militaire. 4. Paris.

Cours élémentaire de fortification, à l'usage des éléves de l'école spéciale imperiale militaire, rédigé d'après les ordres de Mr. le général *Bellaveue*, par Mr. *Savard.* 8. Paris 1812.

Die Lehre vom Angriff und Vertheidigung der Festungen von C. H. Aster, K. S. Artillerie-Lieutenant. 8. Dresden 1812. Die neue Auflage, vermehrt 1815.

Encyclopédie de l'ingenieur, ou dictionnaire de ponts et chaussées par *J. D. Delaistre.* 8. Paris 1812.

Schneider, Ingenieur-Oberster, Gedanken über eine Fortification, die aus lauter krummen Linien oder Zirkelstücken bestehet, hauptsächlich gegen das jetzige Enfiliren und Rikoschetiren. 4. Hannover 1816.

De la defense des places fortes, ouvrage composé pour

l'instruction des élèves du Corps du génie, par *Carnot*, ancien ministre de la guerre. 3. edit. 4. Paris 1814.

Die Befestigungskunst. Hergeleitet aus der gegenwärtigen Art des Angriffs und der Vertheidigung, als Grundlage einer verbesserten Befestigungsmethode, durch von Reiche. 4. Berlin 1814.

Oeuvres posthumes de Cormontaigne, ou Mémorial pour la fortification, l'attaque et la défense des places, enrichi d'additions tirées des autre manuscrits de l'auteur. 8. Paris 1815.

Relation des sièges de Sarragosse et de Tortose par les français, dans la dernière guerre d'espagne par le Bar. *de Rogniat*. 4. Paris 1814.

Defense de Sarragosse, ou relations des deux sièges, soutenus par cette ville 1808 et 1809 par *D. Manuel Cavallero*, trad. par *La Beaumelle*. 8. 1815.

Die Lehre der Holzconstruction bei dem Brückenbau. Ein Handbuch für Offiziers, Ingenieurs, militärische und bürgerliche Zimmerleute von Fr. Arnold. 8. Carlsruhe 1817.

Eickenmayers Abhandlungen über Gegenstände der Staats- und Kriegswissenschaften. 2r Thl. gr. 8. Frankfurt a. M. 1817.

Nächst den angeführten Werken über die Kriegsbaukunst giebt es noch andere, die bloß Darstellungen wirklich vorhandener Festungen aller Länder geben. Die vorzüglichsten sind etwa:

Domenico Zenoi, Principali fortezze del mondo 4. Venetia 1567.

Disegni del più illustre città e fortezze del mondo, raccolti di *Giulio Ballino*. gr. 4. Venetia 1569.

Les forces de l'Europe, ou l'instruction à la fortification par *Nic. de Fer*. 8 Tom. fol. Paris 1693.

Lettres sur l'état de l'Europe, avec les plans de ses forteresses. 4. Amsterdam 1696.

The Draughts of the most remarkable fortified Towns of Europa in 44 Copper-Plates by *A. Boyer*. 4. London 1701.

Coronelli Theatro della guerra, divis. in 48 partes. 4. Napoli 1706.

D'Voornaamste Fortresse aen de Rivier den Rhyn. 4. Amsterdam 1706.

Seyfried Poliologia, oder Beschreibung der vornehmsten Städte und Festungen in Europa 1709.

Giov. Batt. Sesti Piante della città, piazze e castelli fortificati in questo Stato di Milano, con le loro Dechiarazioni. 4. Milano 1707.

G. R. Fäschens befestigtes Europa, bestehend in 100

Plans theils befestigter Städte und Schlösser, theils wirklicher Festungen, Schanzen und Seehäfen. 8. Nürnberg 1727.

Les principales forteresses et villes fortes d'Espagne, de la France, d'Hollande, d'Italie, de Savoye etc. par Abrah. Alland. fol. Leyde 1695.

Schauplatz von Spanien und Portugal, worin die Staats- und Kriegsgeschichte, und die Beschreibung aller darin befindlichen Festungen und Plätze. 12. Amsterdam 1704.

Les plans et profils de toutes les principales Villes et Lieux considerables de France, par *Tassin.* 4. Paris 1638.

Plans et desseins des principales places de guerre et villes maritimes des frontières de France. fol. Paris 1752.

Recueil des fortifications, forts et ports de mer de France en 100 Estampes. 8. Paris 1764. 1779.

Plans et profils des principales Villes de France par le *Chev. de Beaulieu.* fol. Paris.

Le theatre de guerre d'Allemagne; ou les principales villes avec ses fortifications par *de Fer.* fol. Paris 1698.

Das erneuerte Alterthum, oder Beschreibung berühmter Bergschlösser in Deutschland von Melissantes. 8. Frankfurt und Leipzig 1721.

Theatrum urbium Italicarum, collectore *Petro Bertellio.* 4. Venet. 1599.

Description de l'Isle de Sicile avec les plans des forteresses. fol. Vienne 1710.

Suiogothia munita, eller historisk Forteckning pa Borgar, Fästningar, Slott, uti Swea- och Götha-Ricken, af amint OR. 8. Stockholm 1744.

Zimmermanns Ungarische Festungen in Kupfern. fol. Augsburg 1604.

Le petit dictionnaire du tems, pour l'intelligence des nouvelles de la guerre, contenant la description des Contrées, qui sont ordinairement le Théatre de guerre, celle des villes et places fortes, par *l'Admiral.* 8. Paris 1757.

Plans et journeaux des sièges de la dernière guerre de Flandres (par *Funk* et *d'Illens*). 4. 1730.

Das Theatrum Europaeum. fol.

Sammlung der merkwürdigsten Städte und Festungen, welche in den Jahren 1788, 1789 und 1790 von den Oestreichischen und Russischen Armeen der Pforte abgenommen worden, nach ihrer wahren Lage gezeichnet und illuminiret, nebst einer kurzen Beschreibung nach Hof- und andern glaubwürdigen Berichten. fol. Prag 1790.

Description des places, qui sont aujourd'hui le théa-

tre de la guerre dans les pais-bas, ornée de 15 Pl. des principales Villes fortifiées. 8. Mons 1793.

Beschreibung der Städte und Festungen des gegenwärtigen Kriegstheaters an der französischen Grenze. 8. Frankfurt 1793.

Beschreibung der Festung Mantua, nebst gedrängter Erzählung der daselbst vorgefallenen kriegerischen Ereignisse. 4. Frankfurt 1797.

Die bedeutendsten Festungen Frankreichs, nach Originalzeichnungen mit Erläuterungen. 4. Heilbronn 1797.

Schubkarren (brouette) ein genugsam bekanntes Fuhrwerk der Erdarbeiter mit Einem Rade, die für den Festungsbau öfters ohne alles Eisen, selbst mit Einschluß des Rades, bloß von Brettern verfertiget werden. Weil jedoch diese Art zu wenig Dauer zeiget und unausgesetzte Ausbesserungen heischet: ist es vortheilhafter, die Schubkarren an den Seiten mit eisernen Bändern und mit einem ordentlichen, gehörig beschlagenen Rade zu versehen. Ein solcher Schubkarren ist oben 2 Fuß lang, 1½ Fuß breit, im Boden 1½ Fuß lang, 1 Fuß 3 Zoll breit, und 11 Zoll tief, faßt gewöhnlich drei Würfelfuß Erde oder Mauersand; man darf jedoch nicht mehr als 1 bis höchstens 2 Würfelfuß beim wirklichen Transport rechnen, wobei noch zu bemerken ist, daß 2 Fuß feste Erde 3 Fuß lockere geben. Zu einem Karren werden erfordert 16 laufende Fuß 1½zollige Dielen, 3 Fuß Leisten; an Beschläge: 2 Zapfen, 2 Zapfenringe und 4 Tragebänder: zusammen 3½ Pfund Eisen.

Schuhe, eiserne (Sabots), an den Grundpfählen, erleichtern das Eindringen derselben bei nicht ganz weichem Boden. Sie bestehen aus einem hohlen eisernen, spitzen Schuh mit 3 oder 4 angeschweißten Federn, in welche Löcher gehauen sind, um den Schuh fest nageln zu können. Das Gewicht der Schuhe ist

a) zu den Spitzpfählen 4 bis 8 Pfund
b) zu den Spundpfählen 6 — 10 —

und müssen die Nagellöcher in den Federn nicht rund, sondern lang seyn, damit sich der Nagel etwas zur Seite ziehen kann, wenn der Pfahl mit seiner Spitze durch die Schläge des Rammbären unten aufgestoßen wird.

Schulter oder Schulterpunkt (Epaules) des Bollwerks befindet sich da, wo sich die Facen endigen, und wird demnach durch die Länge derselben auf der Streichlinie bestimmt.

Schulterwehr (Epaulement) ist überhaupt jeder, über 7 Fuß hohe Aufwurf, über den man nicht hinweg feuern kann, und der bloß zur Sicherheit der Flanken gegen die feindlichen



Schüsse bestimmt ist. Von der Menge und Nähe der letztern hängt daher auch die Dicke der Schulterwehr ab. Diese bestehet in den gewöhnlichen Fällen aus Erde, mit Faschinen- oder Rasen verkleidung; bei dem Uebergang über einen Graben aber — wo man nur die feindlichen Flintenschüsse zu fürchten hat — aus Faschinen, oder aus eichenen Bohlen, die bei 8 Zoll Dicke hinreichenden Schutz gewähren. Soll die Schulterwehr von Faschinen erbauet werden, leget man so viele derselben neben einander, bis die erforderliche Stärke von 4 bis 6 Fuß herauskommt. Die zweite Schicht hat nun eben die bemerkte Länge, und wird in die Quere auf die unterste geleget, und auf dieselbe fest gepflöckt u. s. f. bis die Schulterwehr ihre gehörige Höhe hat. Um das Anzünden durch die feindlichen Kunstfeuer zu verhindern, muß der Bau mit frischen Häuten überdeckt werden; eine Vorsicht, die man jedoch nur selten beobachtet.

Schulterwinkel (angle d'epaule) wird von der Face und Flanke gebildet B D G = d + 2 b, wo d den Streichwinkel und b den kleinen Winkel anzeiget. (Fig. 2 Tab. 1 *Vauban*). Die Größe des Schulterwinkels hängt von der Form des Bollwerkes ab, und nimmt in eben dem Verhältniß ab, wie der Bollwerkwinkel wächst, und stumpfer wird. S. Bollwerk.

Schuß (Coup) mit dem Geschütz: bekommt nach seiner horizontalen und vertikalen Richtung verschiedene Namen, durch die er bei seiner Anwendung bezeichnet wird. 1) Ein gerader oder direkter Schuß findet nur gegen einen gerade gegenüberstehenden Gegenstand statt, und heißt gegen Verschanzungen auch coup d'embrasure 2) ein Flanken- oder enfilirender Schuß geschiehet in der Verlängerung feindlicher Linien, die er nur der Länge nach bestreichet. 3) Ein schräger Schuß (coup d'echarpe oder en rouage) ist zwar gegen Truppen mit Vortheil anzuwenden, gewähret aber gegen Festungswerke nur wenig Gewinn. Da er weniger eindringt, als er erschütternd wirket, muß er in Verbindung mit dem geraden Schuß das Brechen starker Mauern befördern. 4) Der Bricolschuß, eine Gattung des schrägen, um eine zurückgezogene Flanke rc. zu beschießen, beruhet auf der Gleichheit des Einfall- und des Abprallungs-Winkels. 5) Der Rückenschuß trifft den Feind von hinten und nöthiget ihn zu mühevollen Deckungsarbeiten. Er kann nur bei einer eigends darauf berechneten Lage der Festungswerke statt finden.

In Hinsicht der senkrechten Richtung geschiehet der Schuß völlig waagerecht, unter, oder über den Horizont. Jenes heißt der Kernschuß, wo die Axe der Seele im Horizonte oder in 0° gerichtet ist. Die äußere Metalllinie ist

alsdann um den Unterschied der Kopf- und Bodenfriesen abwärts gerichtet. 2) Unter den Horizont gehet der Depressions- oder Plongirschuß; jedoch nie unter 5°: theils weil das Rohr wegen des vordern Riegels der Laffete sich nicht tiefer senken läßt: theils weil der Schuß alsdann die Pfannendeckel sprengen und das Geschütz aus dem Zapfenlager werfen würde. Erfordern sehr hohe Felsenschlösser eine stärkere Senkung der Mündung: muß man sich besonders dazu eingerichteter Depressionslaffeten bedienen. Ueber den Horizont geschehen 3) der Virschuß oder über Metall, weil hier die hintern und vordern Friesen des Geschützes in einer waagerechten Linie liegen. Er steiget um ½ bis 1° über den Wasserpaß. 4) Der Elevations- oder Bogenschuß, mit der gewöhnlichen Ladung, unter einem entsprechenden Winkel, um das weit entfernte Object zu erreichen. Der Erhöhungswinkel kann jedoch bei der gewöhnlichen Einrichtung der Laffeten nicht über 15° steigen: auch würde ein größerer sie bald zerstöhren, wenn sie nicht eine angemessene Verstärkung bekommen, wie die Haubitzlaffeten. Untergattungen des Bogenschusses sind 5) der Rollschuß, in ebnem Boden mit voller Ladung und 1 bis 3° Elevation. 6) Der Schleuder- oder Rikoschet-Schuß, mit schwachen, der jedesmaligen Entfernung angemessenen Ladungen. Alle Schüsse lassen sich endlich noch in a) bestreichende oder rasirende, welche die Fläche des Terrains oder eines Walles entlang gehen, ohne in sie einzudringen, und in b) bohrende eintheilen, die immer nur Einen Punkt treffen.

Schuß des Minirers (petard) dient zu dem Heraussprengen großer Steine oder Felsentheile, die sie bei ihrer Arbeit unter der Erde antreffen. Seine Wirkung hängt von seiner Lage und Tiefe in dem zu sprengenden Steine ab. Man bohret zu dem Ende vermittelst des Steinbohrers (aiguille) oder Meißelbohrers (pistolet) ein gegen 2 Zoll weites Loch, 2 bis 3 Fuß tief, wo das Bohr- oder Steinmehl vermittelst des Krätzers und Löffelräumers von Zeit zu Zeit herausgenommen wird. Dieses Loch füllet man ⅓ seiner Tiefe mit Pulver, stekket längs der einen Seite eine messingene Raumnadel hinein, und schläget, vermittelst eines metallenen Setzers, eine Lage völlig trockenen Thon auf das Pulver, worauf man endlich das Loch vollends mit Steinmehl und klarem Grus ausfüllet, indem man von Zeit zu Zeit die Raumnadel umdrehet, damit sie sich nicht fest schlägt, sondern nach beendigtem Versatz herausgezogen werden kann, wenn man vorher mit etwas angefeuchtetem Thon eine Art Näpfchen darauf gemachet hat. In die, von der Raumnadel zurückbleibende Oeffnung, so wie in das Näpfchen wird feines Kornpulver geschüttet, oben ein starkes Papier

darüber gedeckt und ein Mönch (w. n. l.) zur Zündung darauf gesetzt.

Schußladen auch Blendladen (portières oder Volets) vor den Schießscharten der Festungen, um die Bedienung des Geschützes gegen die feindlichen Flinten- und Büchsenschüsse zu sichern, sind von Eichenholz, 4 bis 6 Zoll dick, durch eiserne Kreuzbänder verstärkt, und hinten mit einem Handgriff versehen, um sie handhaben zu können.

Bei den mit Holz ausgesetzten Schießscharten lassen sich die Schußladen p dergestalt anbringen, daß sie mit Haspen befestiget sind, und bei dem Abfeuern des Geschützes vorwärts auf die Sohle der Schießscharte niedergeleget werden. Fig. 237 und 238 Tab. XVIII. Sollen sie verschlossen werden: hebt man sie vermittelst in die Handhaben q gesteckter Handspeichen auf, und befestiget sie mit oben angebrachten Riegeln r r. Die 30 Zoll ins Gevierte großen Laden haben 2 Schießlöcher s s, 3 Zoll im Durchmesser, um mit kleinem Gewehr hindurch schießen zu können. Man kann sie auch zwischen 2 Rähmen zum Verschieben einrichten, wie Fig. 239.

Weil diese Laden keine Sicherheit gegen den Stückschuß gewähren, schlägt Montalembert andere, 3 Fuß lang, $2\frac{1}{2}$ Fuß stark, aus Holzstücken vor (Fig. 242 und 243 Tab. XIX), die im horizontalen Durchschnitt aus 3 geraden Linien 6. 3. m. 5′ und einem Kreisbogen 5′. 6, bestehen, und vermittelst eines eisernen, senkrechten Bolzen 1 und 2 beweglich sind. Der viereckige Bolzen läuft unten in einer Pfanne und oben in einer Axe um, und 2 eiserne Bänder, von horizontalen durchgehenden Bolzen gehalten, umschließen den Laden. Zu mehrerem Widerstande setzt der Erfinder dieser Laden für die Trempel o 4, p 4, zwei Stücken Gußeisen von derselben Form, 8 Zoll dick und 10 Zoll breit, die bei 4 Fuß Länge in der Grundfläche nur $\frac{1}{3}$ Quadratfuß, und daher im Ganzen $1\frac{1}{3}$ Würfelfuß Gußeisen enthalten. Da nun Ein Würfelfuß gegen 500 Pfund wieget, werden 1400 Pfund Gußeisen auf jede Schießscharte erfordert.

Die Pfanne, worin sich die Axe des Ladens unten beweget, ist in der Mitten des 14 Zoll breiten Balken G T, und folglich 7 Zoll vom inneren Rande eingelassen, und wird durch einen mit 2 Schraubenbolzen befestigten, eingeschnittenen Frosch gehalten, um bei vorkommender Beschädigung durch die feindlichen Stückkugeln den letztern abschrauben und den Laden herausnehmen zu können. Um in den Laden den Bewegungspunkt zu bestimmen, ziehet man 7 Zoll von der innern Fläche des Untertrempels, gleichlaufend mit derselben, die Linie 1, 2, und 4 Zoll hinter den Backenflächen 3 m und 3 n die Linien

t t, welche jene durchschneiden, und so das Bewegungscentrum bestimmen. Aus diesen werden mit 4 Zoll Halbmesser Bogen beschrieben, deren Tangenten eine Seite der verschlossenen Laden 3 m und 3 n geben. Zwei ihnen gleichliegende Tangenten anderer Bögen von 10 Zoll Halbmesser, geben die Dikke der Laden auf der Scharten-Axe B 6. Für die geöffneten Laden wird die Weite 1 . 3 aus dem Mittelpunkte 1 oder 2 auf die Backenlinie in 3, 3 getragen und vermittelst der Längen 3 s und 3 t die Seiten 3 m und 3 n bestimmt. Eben so werden aus 1 und 2 mit der Weite 1 . 6 Kreise beschrieben, und die Längen 3 . 6 aus den Punkten 3 auf den Backen rückwärts in 5 abgeschnitten, wodurch sich mit den Linien s s und t s der ganze horizontale Umriß der verschlossenen Laden, und mit 5 5′ der offenen Laden ergiebt.

Haben die Schießscharten (w. n. i.) eine mehrfache Directionslinie, so daß ihre Oeffnung sich einwärts von 4 . 4 nach M N erweitert Fig. 243: muß auch das Bewegungscentrum der Laden auf eine andere Weise bestimmt werden, so daß die dazu dienenden Linien mit der Erweiterung der Scharte 4 M und 4 N gleichlaufend sind. Man ziehet hierauf mit 4 und mit 10 Zoll Kreise, und aus dem Durchschnittspunkte der Linie t t, t t mit der Schartenaxe A B (Fig. 242) Tangenten auf den kleinen Kreis, um mit ihm gleichlaufend andere Tangenten auf den großen Kreis ziehen zu können, welche den Punkt 6 auf der Axe A B anzeigen. Auf den Backen der Schießscharte lassen sich nun durch 1 . 3 von der Linie 1 . 2 auswärts gemessen, die Punkte 3 und 3 für die offenen Laden bestimmen. Aus den Mittelpunkten 1 und 2 werden mit der Weite 1 . 6 die Kreise 6 s′ beschrieben, die Tangenten aus 3 nach den kleinen Kreisen gezogen, und andere Tangente der größeren Kreise K x, gleichlaufend mit jenen, welche die Bewegungsbogen 6 i s und 6 K s durchschneiden, und dadurch die Linien 3.6 für die offenen Schußladen geben, welche durch die Linien M 5 und N 5 an den Bogen 5, 6 vollendet sind. Für die verschlossenen Laden mache man mit 1 m und 2 n Kreise, welche die aus beiden 3 kommenden Tangenten in 12 und 13 durchschneiden; n 12 wird hierauf von 13 nach u gesetzt und u 3 = 3 n = 3 m gezogen, welche einen Theil des Backens ausmachen. Aus u wird eine Tangente auf den kleinsten Kreis gezogen, und die Weite n N auf dieselbe gesetzt und aus diesem Punkte nach i und K — 14 Zoll von 4 abstehend — gezogen, wodurch man den verschlossenen Laden u 3, 6, K bekommt.

Man kann auch Fig. 243 den äußern Kreis der Laden mit 14 bis 16 Zoll Halbmesser beschreiben, wo jedoch zwischen 3 und 3 eine größere Fläche der Beschädigung durch die feindli-

chen Kugeln ausgesetzt bleibet, wenn die Laden verschlossen sind. Es kann jedoch wohl Fälle geben, wo man über diesen Nachtheil hinweg siehet, besonders bei schrägen Schießscharten, die schon an sich nicht so leicht zu treffen sind.

Schußweiten (portées) der Festungsgeschütze, müssen bei verschiedenen Pulverladungen und Elevationen durch Versuche bestimmt und durch leicht zu erkennende Merkmale bezeichnet werden, um nachher bei der Vertheidigung der Festung nicht im Finstern zutappen. Es fällt in die Augen, welchen großen Vortheil dadurch der Belagerte über den Belagerer erlangt, da er — seines Schusses fast gewiß — auf jeden Punkt seiner Laufgräben zu treffen versichert ist. Die Schußweiten bestimmen im allgemeinen auch die Länge der Streichlinien, je nachdem die neben liegenden Werke mit dem kleinen Gewehr oder bloß mit Geschütz bestrichen und unterstützt werden sollen. Bei $\frac{1}{3}$ des Gewichtes der Kugel sind die Schußweiten der Kanonen

	des 24pfünders		12pfünders		6pfünders	
unter 0°	460	Schritt	390	Schritt	350	Schritt
1°	880	—	800	—	700	—
4°	1900	—	1700	—	1500	—
35°	4000	—	3800	—	3500	—

Uebrigens kann man gegen ein 6 Fuß hohes Ziel, bei sonst günstigen Umständen

auf 500 bis 600 Schritt $\frac{1}{2}$ der Kugeln
800 — 1000 — $\frac{1}{3}$ —
1500 — $\frac{1}{4}$ od. $\frac{1}{5}$ —

als treffend ansehen. Gegen die feindlichen Belagerungsarbeiten wird man sich aus den sechs- und zwölfpfündigen Kanonen mit großem Vortheil der pfündigen und 16löthigen Kartetschen bis auf 800 Schritt bedienen, und dem Belagerer die Eröffnung der Laufgräben, so wie überhaupt die Arbeit mit der flüchtigen Sappe sehr erschweren können. Die weitere Ausführung dieses Gegenstandes gehöret in die Artillerie, und würde hier nicht am rechten Orte stehen.

Schuttkarren (Camion) ist da nöthig, wo die ausgegrabene Erde und die übrigen Materialien mehrere 100 Schritt weit gefahren werden müssen, wodurch der Transport mit Menschen sehr kostspielig wird. Am zweckmäßigsten sind hier solche Karren, die entweder nur 2 Räder haben, oder mit dem Vordergestelle bloß vermittelst eines Protznagels oder Hakens verbunden sind, so daß sie leicht abgehoben und durch Umstürzen entladen werden können. Ein solcher einspänniger Karren faßt 7

bis 8 Würfelfuß, und können nach Perronets Erfahrungen damit fortgebracht werden:

Entfernung von der Baustelle.	Beschaffenheit des Weges.	Fuhren, welche geschehen.	Betragen Würfelfuß Erde.
86 Toisen	gegen einen Abhang von 3" auf die Toise	61	427
157 —	die Hälfte gegen einen Abhang von 3"	40	280
215 —	ganz ebner Boden	38	268
250 —	desgleichen	34	258
286 —	eben, nur 130 Toisen mit 4" ansteigend	29	203
330 —	ebenso	24	168
470 —	ebenso	24	140

Mit größeren, zweispännigen Karren wird man das Doppelte dieser Mengen fortbringen.

Schutzbreter oder Schutzfallen (Vannes) s. **Schleussen.**

Schutzwaffen wurden bis zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts bei Belagerungen von den Ingenieurs und Sappeurs getragen: und in der That, nicht ohne allen Nutzen, weil sie in der späteren Epoche der Belagerung manchen brauchbaren Mann, manchen guten Arbeiter der Armee erhielten. Der geringe Eifer, welchen man in der neuern Zeit bei Vertheidigung der Festungen zeigte, verbunden mit der Beschwerde, welche der Gebrauch des Kürasses und der Pickelhaube verursacht — die beide schußfrei seyn müssen — hat sie ganz aus dem Brauch gebracht.

Schwalbenschwanz (queue d'hironde) ist 1) eine veraltete Form der zungenförmigen Hornwerke, wenn ihre Flügel hinten enger zusammen gezogen sind, als vorn. Fig. 164 Tab. XIV.

2) Eine besondere Anordnung der Mauerziegel bei Gewölben, die schon oben (Art. **Mauerverband**) Fig. 201 Tab. XVI) beschrieben worden.

3) Eine Art, das Holz aufzukammen a Fig. 249 Tab. XIX, wobei die Breite des Balkens in 3 Theile getheilet wird; ⅓ bleibet stehen, ⅓ aber werden schräge nach den Ecken, 3 bis 5 Zoll tief — nach Verhältniß der Holzstärke — ausgeschnitten.

Schwere der Erde und Steine ist zu Bestimmung der Minenladungen unentbehrlich. **Prony** (Neue Architectura Hy-

Hydraulika) giebt darüber ausführliche Tafeln, aus welchen wir bloß einige Erd- und Steinarten ausheben wollen:

	Gewicht von 1 Würfelfuß nach französischen Pfunden
Französischer Sandstein	169
Wetzstein	150
feinkörniger Sandstein	145
harter Sandstein	176
Lütticher Wetzstein	184
Feuerstein	180
Kiesel von Rennes	185
Puddingstein	182
Weißer Hornstein	185
grüner Jaspis	165
rother Jaspis	185
Schörl	216 — 285
Speckstein	183 — 200
Schiefer	189 — 200
Gyps	151 — 161
Kalkspath	190
Alabaster	189
französischer Marmor	187 — 189
niederländischer Marmor von Namür	190
italienischer Marmor	188 — 199
Norweg. und Russischer Marmor	190
Sand- oder Bruchsteine von St. Leu	116
mit Wasser angefeuchtet	135
Bruchstein aus der Vorstadt St. Marcel bei Paris	139
Bruchsteine von Linis	149
— von Meudon	170
rother Porphyr	193
Granit aus Frankreich	199
— — Egypten	190
— — Kärnthen	206
— — Rußland	184
— — Baden	186
— — den Vogesen	180
Basalt	200
gewachsene Gartenerde	101
lockere Erde	96
Erde, die sich gesetzt hat	98
Thonerde	135
mit Thon und Steingruß vermischte Erde	126

grober Sand 126
trockener feiner Sand 105

Aus der so großen Veränderlichkeit des Gewichtes einer und eben derselben Materie, gehet die Nothwendigkeit hervor, von der betreffenden Erde oder Steinart zu Bestimmung der Minenladungen Einen Würfelfuß zu wiegen.

Schwimmbaum (estacade oder arbre flottant) dient einen Fluß zu versperren, der durch eine belagerte Festung fließt. Er muß zu dem Ende hinreichende Stärke besitzen, um von einem dagegen seegelnden Schiffe nicht zersprengt zu werden. Man legt zu dem Ende 3 Raaen oder Segelstangen um ein starkes Ankertau, und befestiget sie mit eisernen Bändern und Ringen. Da wo diese Segelstangen alle sind, werden 3 andere gelegt, und durch starke Kettenglieder mit den ersteren dreien zusammen gehangen. Der ganze Baum wird an beiden Enden mit Ankern und Pfählen auf beiden Ufern befestiget, und kann — da er mit dem Wasserspiegel gleich schwimmt — auch durch das feindliche Geschütz nicht leicht getroffen werden. Bei einem sehr breiten und schnellen Strome ist es nöthig, noch ein paar Anker in der Mitten hinzu zu fügen, um den Baum desto fester zu halten.

Wäre der Schwimmbaum zu schwer, so daß er sich nicht über der Oberfläche des Wassers erhält, werden leichte Holzstükken oder leere Tonnen untergeschoben, um ihn flott zu machen. Die letztern müssen jedoch völlig in das Wasser tauchen, damit sie nicht vom Feinde zerschossen und dadurch versenket werden. Aus dem letztern Grunde sind daher alle Verzäunungen unbrauchbar, die auf Schiffen ruhen, und mit diesen zugleich versenket werden können.

Schwimmende Batterien (batteries flottantes) werden in, durch Ueberschwemmungen oder große Landseen gedeckten, Festungen für 2 bis höchstens 3 Kanonen auf Holzflößen oder sehr flachen Fahrzeugen erbauet, um irgend einen Punkt der Festung unerwartet zu beschießen, den Feind durch ein Flanken- oder Rückenfeuer zu schrecken ꝛc. Ihr Bau beruhet auf einer genauen Berechnung des Gewichtes der Geschütze und ihrer Bedienung, so wie der angebrachten Deckungsmittel, damit die Flöße, oder das Fahrzeug im Stande ist, sie zu tragen. Der ganze Gegenstand ist übrigens Sache der Artillerie und daher im Wörterbuch der Geschützkunst abgehandelt.

Schwinden des Holzes, bei dem Eintrocknen desselben, beträgt bei Dielen und ähnlichen Stücken $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{24}$ der Breite. Das gewöhnlich damit verbundene Krümmen wird zwar durch eingeschobene oder aufgesetzte Leisten verhindert, das Zusammen-



Rissen oder Schwinden nach der Breite findet aber dennoch statt, oder das Holz reißt auf, wenn es zu fest verbunden ist.

Sciage, das mit der Säge geschnittene Holz w. n. i.

Sechseck (Hexagone) ist das kleinste Vieleck, dessen man sich gewöhnlich bei der Construction regulairer Festungen bedient. Bei 90 Ruthen äußerer Seitenlänge enthält es Raum genug für eine Besatzung von 2500 Mann. Man kann bei ihm schon den Perpendikel $\frac{1}{6}$ der Polygonseite und die Bollwerksfacen 30 Ruthen groß machen, auch das Ravelin 7 Ruthen über den Schulterpunkt vorstehen lassen. Es ist eigentlich zu klein, um Contregarden vor den Bollwerken zu gestatten, weil dadurch der Vortheil des weit vorspringenden Ravelins größtentheils verschwindet, und daher die größeren Baukosten verlohren sind. Wenn nur Ein oder zwei Angriffe möglich sind, lassen sich allenfalls 2 oder 3 Vorwerke (w. n. i.) jedes zu 150 Mann, und ein Minengewebe zur Verstärkung anbringen. Defensivkasematten sind hier um so zweckmäßiger, als die geringe Größe des Flächenraumes bombensichere Behältnisse in hinreichender Menge zur unerläßlichen Bedingung macht. Fehlt es jedoch daran, und kann der Feind zwei oder drei Angriffe auf Einmal machen, ist auch bei dem Sechseck höchstens auf einen Widerstand von 18 Tagen zu rechnen.

Second flanc. S. Nebenflanke.

See-Ufer machen öfters die Grenzen eines Staates, und werden dem gemäß durch wirkliche Festungen oder auch wohl durch bloße Feldwerke befestiget. Sie haben immer den Vortheil, daß ihr größerer Theil dem Feinde unzugänglich ist, und daß man sich daher immer auf die Vertheidigung gewisser bestimmter Punkte beschränken kann. Die Absichten, welche der Feind bei dem Angriff einer Seeküste haben kann, sind: a) sich auf irgend einem Theile derselben fest zu setzen, und von da aus weiter vor, in das Herz des Landes zu dringen; und b) sich irgend eines wichtigen Kriegshafens oder einer großen Handelsstadt zu bemächtigen, und hier eine Basis der Operation zu finden, oder aber c) durch die Zerstöhrung solcher Anlagen, dem Gegner wesentlichen Schaden zuzufügen. Endlich d) die Plünderung einiger Handelshäfen, oder eines durch seine Naturerzeugnisse und Manufacturen reichen Landstriches. Die Mittel, deren sich der Feind zu diesem Zweck bedienen kann, sind eine Landung, oder ein Bombardement. Das eine, wie das andere, hat jedoch seine eigenthümlichen Schwierigkeiten, so daß es nur bei dem Zusammentreffen günstiger Umstände,

und bei geringem, nicht zweckmäßig geordnetem Widerstande gelingen kann. Im andern Falle wird der Angreifer den Küstenbewohnern zwar theilweise einigen Schaden zufügen, doch nie zu einem großen Resultate gelangen können. Zwar giebt die Schnelligkeit der Bewegung den Schiffen Gelegenheit, die Aufmerksamkeit ihrer Gegner zu täuschen, und die Landung an einem ganz andern Orte auszuführen, als sie jene glauben machten. Ein Nebel, eine dunkle Nacht kann sie umhüllen, und die niedrige Lage der Küste sie überall von den Schiffen zu bestreichen erlauben, daß die Vertheidiger sich nirgends heran nahen dürfen; allein, die Veränderlichkeit der Winde, die Seltenheit guter Landungsplätze, die Schwierigkeit, in Hinsicht der Ebbe und Fluth den richtigen Augenblick zu treffen, machen den Erfolg äußerst zufällig und ungewiß. Selten ist ein gelandetes Corps stark genug, sich mit dem ihm augenblicklich entgegen kommendem Feinde zu messen, die dabei befindlichen Pferde sind unter wenigstens 3 Stunden nicht zum Dienst brauchbar; man kann sich unmöglich schnell genug verschanzen, um den Mangel von eigener Kraft dadurch zu ersetzen; man findet vielleicht auf dem Landungspuncte keine, oder nicht hinreichende Lebensmittel für die gelandeten Truppen, man darf sich deshalb im Ersten Augenblick nicht von der See und seinen Hülfsmitteln entfernen, wenn man nicht abgeschnitten und ohne Rettung verlohren seyn will. Das Erscheinen der Vertheidiger auf der Küste; ein Kanonenschuß, der eine landende Chaluppe in den Grund bohret; tausend ähnliche Zufälle können auf das Gemüth der landenden Truppen wirken und das ganze Unternehmen rückgängig machen. Der Feind muß demnach zu Begünstigung desselben sich der Küste so viel als möglich nähern, und hier ankern, um durch das Feuer der Schiffe die landenden Truppen zu unterstützen, dann diese auf den kleinern Fahrzeugen so nahe an das Ufer fahren, als es nur die Tiefe des Wassers und die Trächtigkeit der Fahrzeuge gestattet. Immer werden die Truppen dabei genöthigt seyn, bis an den Gürtel durch das Wasser zu gehen; sie werden daher Gefahr laufen, ihre Munition naß zu machen, und den Angriff der Strandschanzen und der dabei stehenden Truppen bloß mit dem Bajonet unternehmen zu müssen. In Verfolg dieser Betrachtungen sind denn auch die Vertheidigungsmittel der Seeküsten anzuordnen. Das Erste und wichtigste ist die Seemacht, in sofern sie der feindlichen die Stirne bieten kann. Die Schwierigkeiten der Landungen steigen unendlich, wenn der Feind fürchten muß, während derselben durch eine Eskadre angegriffen zu werden, oder wenn die gelandeten Truppen — wie bei Abukir — ihre Transportschiffe und Bedeckung hinter sich zerstöhret sehen. Die wichtigern Häfen müssen gut befestiget und durchaus nicht mit ei

nem raschen Anfall zu nehmen, auch durch ihre Einrichtung gegen ein Bombardement sicher seyn. Alle Rheden und Ankerplätze, alle Mündungen der Flüsse rc. müssen durch sich kreuzende Strandbatterien gedeckt seyn, auf denen sich Oefen befinden, um Kugeln zu glühen. Ueberall müssen kleine Truppenkorps, besonders Kavallerie und reitende Artillerie, bereit stehen, um rasch über den gelandeten Feind herzufallen, und ihn, wo möglich, auf seine Schiffe zurück zu werfen. Vorspringende Landtheile müssen durch Forts oder verschanzte Läger abgeschnitten werden, damit der dort sich festsetzende Feind nicht weiter vordringen kann. Dasselbe findet auch in Beziehung derjenigen Terralnabschnitte statt, die den Feind zurückhalten können, und die man auf eine, den Umständen angemessene Weise zu verstärken suchen muß.

Bei den Werken der am Ufer liegenden Festungen ist besonders die Entfernung zu berücksichtigen, bis auf welche sich die feindlichen Schiffe nähern können; denn nach der sehr richtigen Bemerkung des Admirals Vernon vermag kein Erdwerk dem Feuer eines Kriegsschiffes zu widerstehen, wenn dasselbe bis auf 300 Fuß herankommt. Ein französisches Fort in Spanien ward von einigen englischen Schiffen durch ein zweistündiges Feuer gänzlich hinweg geschossen. Man muß deshalb die Annäherung der Schiffe entweder durch in die See gerammte Pfähle verhindern, oder durch mehrfach über einander liegende kasemattirte Batterien sich eine Ueberlegenheit gegen das Feuer derselben verschaffen. (S. Küstenbatterien). Bomben sind ihnen vorzüglich nachtheilig, geben aber zu wenig Sicherheit des Treffens. Bei ihnen ist der Entzweck nur durch eine große Munitionsverschwendung zu erreichen. Eine, vor dem Hafen innerhalb der Kanonenschußweite liegende Insel, die der Festung nachtheilig werden kann, muß selbstständig und stark befestiget werden, damit sie der Feind nicht durch, in der Nacht gelandete Truppen in der Kehle erstürmen kann. Erlauben es Zeit und Umstände nicht, hier den Steinbau anzuwenden, genügen hölzerne, bombenfeste Anlagen, wie das auf der Insel Aix von Montalembert erbauete Fort. Eine Hauptbedingung dabei ist, daß dergleichen Werke nach ihrem Falle der Festung selbst nicht nachtheilig werde, und daß eine Verbindung zwischen der Festung und der Insel unterhalten werden kann. Ist daher der Sund zwischen letzterer und dem festen Lande so tief, daß große Schiffe hinein laufen können: darf es hier nicht an gut eingerichteten Batterien fehlen, um die feindlichen Schiffe zurück zu weisen. Diese Batterien müssen ebenfalls hinreichend mit Geschütz besetzt, und oben gegen das Feuer der Mastkörbe bedeckt seyn, damit nicht von da aus die Artilleristen bei den Kanonen todt

geschossen werden, wie zu Porto bello geschah. Uebrigens ist bei jeder solchen Festung diejenige Seite als die schwächste anzusehen, wo die Werke an die See stoßen, weil der Feind den Angriff zu Lande durch die Flotte unterstützen kann. Hier muß man demnach der Enfilade zu begegnen suchen, und alle Mittel zur Verstärkung dieser Seite anwenden, welche die geläuterten Grundsätze der Kunst nur immer darbieten.

Seitenvertheidigung (feu de flanc) wird allgemein von den angreifenden Truppen sehr gefürchtet, und deshalb mit Recht, den wirksamsten Widerstandsmitteln beigezählet. Ohne Seitenvertheidigung wird jedes Werk um so leichter genommen, als der Feind mit keckerem Muthe zum Sturm anrückt, wie das Beispiel des Forts Sankt Joseph in der Belagerung von Saragossa beweist. Wie die Seitenvertheidigung übrigens im Einzelnen hervor zu bringen sey, lehret der Umriß der Festungswerke; doch darf man nie dabei vergessen: daß die Flanke erst auf eine, aus ihrer Höhe und der Dicke der Brustwehr bestehende Weite im Graben wirksam wird, daß daher eine jede, bloß einfache Seitenvertheidigung einen todten Winkel und folglich dem stürmenden Feinde einen sicheren Schutz am Fuß der Brustwehr darbietet. — (S. **Flanke**.)

Setzwage (Niveau) ein genugsam bekanntes Werkzeug der Maurer, Minirer rc. das aus einem gleichseitigen Dreieck bestehet, aus dessen Winkelspitze ein Bleiloth auf die Grundfläche herab fällt, und den waagerechten Stand derselben bemerklich macht. Die Setzwaage wird gewöhnlich nur in Verbindung mit einem 4 bis 5 Fuß langen Richtscheit gebraucht.

Sicherheit gegen die feindlichen Projectilen muß jedes Festungswerk so viel als möglich gewähren, weil außerdem seine Vertheidiger nicht lange vertheidigungsfähig bleiben würden. Diese Sicherheit wird bewirket: a) gegen das horizontale Feuer des Feindes: durch Wälle, Brustwehren, Traversen und Rückenwehren (parados); und b) gegen das senkrechte Feuer: durch Kasematten und Blendungen oder ähnliche Deckwerke, deren Anwendung unter den zugehörigen Wörtern gezeigt wird. Gegen c) den unterirdischen Angriff endlich schützt man sich, indem man ihm auf gleiche Weise begegnet, oder indem man den Boden für ihn undurchdringlich macht.

Siebeneck (heptagone) umschließt bei seiner Anwendung zur Befestigung mehr innern Raum als das **Sechseck**, und ist ihm schon deshalb vorzuziehen. Uebrigens findet alles statt, was schon oben bei Gelegenheit des **Achtecks** gesagt worden.

Sinusoide ist diejenige krumme Linie Tab. VI, fig. 66 F H R, auf welcher das Gegengewicht der Aufzugbrücken herabsinken muß, und die von J. Bermaulli zuerst berechnet worden ist. S. Brücken.

Solive (Balkenklafter) ist das in Frankreich gewöhnliche Maaß der Bauhölzer, 6 Fuß lang, 1 Fuß breit, ½ Fuß hoch; folglich so viel als 3 Würfelfuß geschnittenes Holz.

Sommier, s. Sturz. Sonde, s. Erdbohrer. Sonnette, s. Ramme. Soubassement, s. Grund. Souffler, s. Ausblasen. Souterrains, s. Kasematten.

Spanische Befestigungsmanier erhielt ihren Namen, weil sie unter der spanischen Herrschaft zu Anfange des sechszehnten Jahrhunderts zuerst angewendet wurde, obgleich die Italiener, und namentlich Michaeli von Verona (geb. 1484, gest. 1559), ihre Urheber waren. Lange Courtinen, mit kleinen und engen Bollwerken, mehrentheils stumpfwinklich, sind die auszeichnenden Eigenschaften dieser Befestigungsweise, bei der späterhin die halbe Kehle D B = ⅙ A B = D F (fig. 139 Tab. XII) gemacht ward; wo alsdann die Bollwerksface E O durch die Streichlinie D E bestimmt wurde.

Spanische Reiter (Chevaux de frise) scheinen ihren Ursprung in den Niederlanden gefunden zu haben. Sie bestehen aus einem Balken, von 6 Zoll ins Gevierte und 5 bis 8 Fuß lang, durch den in diagonaler Richtung und 9 Zoll von einander die Federn, 5 Fuß lang, 1½ Zoll dick, von an beiden Enden zugespitzten Latten, geschoben werden. Man bedienet sich der spanischen Reuter häufig in Festungen und bei Feldschanzen zu Verschließung der Eingänge, der Kehlen 2c. Sie geben jedoch, wegen der Zerbrechlichkeit ihrer Federn nur ein geringes Annäherungshinderniß ab. Man sollte die Federn immer 1 Zoll dick aus Eisen schmieden; sie würden sich dann weder abbrechen noch abhauen lassen. Auf der Festung Königstein in Sachsen befindet sich am äußersten Eingange ein solcher spanischer Reiter, dessen Balken mit Blech überzogen ist und eiserne Federn hat. Er läuft vermittelst zweier beweglichen Kugeln auf halbkreisförmigen Bahnen aus Gußeisen, und läßt sich daher sehr schnell und mit äußerst geringem Kraftaufwande öffnen und schließen.

Sperrlatten (tringles) werden von einem Schachtgeviere zum andern genagelt, um die Rahmenhölzer in einer unverrückten Stellung zu erhalten. Sie sind 4 Fuß lang, 2 Zoll breit, und ¾ Zoll dick. Ihre Befestigung geschiehet bei der Arbeit näher am Feinde auch — und zweckmäßiger — mit Holzschrauben.

Sperrmaaß bestehet aus 2 glatt gehobelten Latten von 1 bis 4 Fuß Länge, nach Verschiedenheit seiner Bestimmung, die durch 2 messingene Klammern auf einander befestiget sind, so daß sie sich in ihrer Verlängerung verschieben lassen, um die Breite eines Minenganges einer Gallerie u. dgl. mit voller Genauigkeit abzunehmen.

Sphère d'activité, s. Wirkungskreis.

Sphère de commotion, s. Erschütterungskreis.

Spindel (Noyeau) ist die hölzerne oder steinerne Säule, um welche sich eine Wendeltreppe drehet. Sie ist 8, 12 bis 14 Zoll im Durchmesser, und theils rund, theils achteckig.

Spitzhaue oder Steinpickel (pic à roc) ein genugsam bekanntes Werkzeug der Minirer und Sappirer, dessen beide sich bedienen um im steinigten Boden zu arbeiten.

Sprengen der Minen, s. Zünden.

Sprengen feindlicher Festungen, um sie vertheidigungslos zu machen, beschränkt sich vorzüglich bloß auf die Werke und Pulvermagazine, und verbindet sich gewöhnlich mit dem Schleifen (s. oben) der Erdwälle durch Handarbeiter, vermittelst der Schaufel, Erdhaue, des Brecheisens, der eisernen Keile, des Fäustels ꝛc. Schwache Mauern von weniger als 15 Fuß Höhe, werden auf die letztere Art zersprengt; Futtermauern hingegen von 15 bis 30 Fuß und darüber müssen durch Pulver eingestürzt werden, indem man von 30 zu 30 Fuß kleine Minenkammern hinter sie legt, und auf jede derselben 100 Pfund Pulver rechnet. Die Erdwälle, Brustwehren ꝛc. werden in die Gräben und Vorgräben gestürzt, und diese damit der Contrescarpe gleich, ausgefüllet. Auch die Hauptgebäude, Zeughäuser, Kasernen, Magazine werden zerstöhret; die geringern aber wenigstens ihrer bombenfesten Decken beraubt. Bei Felsenschlössern endlich werden die steilen Böschungen abgeflächet und ersteiglich gemacht, indem man sie theils sprengt, theils abarbeitet, und die Trümmer herabwärts wirft.

Um die Minengewebe zu sprengen, bedarf es keiner eigentlichen Kammern, sondern man bohret Schüsse A, B und C, D (Fig. 293 und 294 Tab. XXV) einander gegenüber, in die Seitenmauern oder Widerlagen, etwas abwärts, 6 Fuß von einander, 3 Fuß tief, ladet sie mit 5 bis 6 Pfund Pulver, und verdämmt sie. Die Arbeit ist leicht, und die Wirkung sicher. Die Widerlagen werden hier zerrissen und das Gewölbe fällt ihnen nach. Liegt bloße Erde hinter den Seitenmauern, machen

2 Minirer in jeder Stunde Eine solche Sprengmine fertig; finden sie aber Felsen, müssen sie 4 Stunden haben. 2 Minirer und 2 Handlanger, Maurer ꝛc. können demnach in 12 Arbeitsstunden 6 laufende Ruthen Gallerien in bloßer Erde, oder 1½ Ruthen in Felsenboden einstürzen. Ein Minengewebe von 3000 laufenden Ruthen würde demnach durch 80 Minirer und eben so viel Handlanger in 20 Tagen zerstöret werden können, und würden dazu 12,000 Schüsse, jeder zu 5½ ℔, oder 66,000 Pfund Pulver nöthig seyn. An Werkzeug bedarf jede Brigade von 2 Minirern und 2 Gehülfen.

- 4 Steinbohrer von verschiedener Länge,
- 1 Erdbohrer,
- 2 Spitzeisen,
- 2 Meissel,
- 2 Steineisen,
- 2 Raumnadeln,
- 2 Räumer,
- 2 Schlägel,
- 2 Spitzhauen.

Will man ein Minengewebe auf diese Art zerstöhren, ist zuvörderst zu untersuchen: ob die Gänge auch genugsamen Luftzug haben? Der Pulverdampf würde außerdem sie nach den Ersten Explosionen unzugänglich machen, und das weitere Sprengen verbieten. Um dem abzuhelfen, bricht man aus den senkrecht auf die Contrescarpe laufenden Gängen nach dem Graben heraus, und treibt an ihren hintern Enden 6 Fuß weite Schächte von oben herein, indem man die Stelle, wo man einschlagen muß, durch Bohren von innen heraufwärts bezeichnet. Bei dieser Arbeit rückt der Minirer in 12 Arbeitsstunden, in Erde 6 Fuß, in steinigtem Boden aber nur 3 Fuß vor.

Es giebt zwar noch eine andere Art, die Minengänge zu sprengen: indem man 7 Fuß lange Rameaux seitwärts heraus treibet, sich alsdann rechts und links wendet, und mit 50 Pfund Pulver geladene Kammern, 15 Fuß von einander, anleget. Allein gegen das vorbeschriebene Verfahren erfordert dieses die vierfache Arbeit, und mehr als vierfache Kosten; auch auf jede laufende Ruthe 100 Pfund Pulver, da zu den Schüssen nur etwa 20 bis 24 Pfund nöthig sind.

Wenn jedoch ein solcher Minengang hinter der Futtermauer hinläuft, wo es darauf ankommt, mit dieser zugleich den darauf liegenden Wall zu zerstöhren: kann man auswärts in die Futtermauer Kammern, um die doppelte Stärke der Mauer von einander entfernt, anlegen, damit ihre Wirkungssphären sich berühren. Bei Zerstöhrung des Schlosses von Verona ward jede dieser Minen mit 451 Pfund Pulver (15¾ Pfund auf die Würfeltoise) geladen, und hierauf der ganze Minengang bis

30 Fuß hinter die beiden äußersten Kammern verdämmt. Alle Minen sprangen zu gleicher Zeit, und stürzten die Bollwerks-Face ein.

Das Verdämmen eines so langen Minenganges von beinahe 30 Ruthen erfordert viel Zeit. Gumperz (Traité des mines) schlägt vor, man solle die Arbeit, durch Vermehrung der Pulverladungen um $\frac{1}{3}$, abkürzen. Hier werden die Kammern bloß gegen die entgegen gesetzte Wand der Gallerie abgesteift, und diese hinter der letzten und ersten um die $1\frac{1}{2}$ Länge der k. W. L. versetzt. Er findet sich zu diesem Vorschlage durch die Erfahrung berechtiget, welche er bei der erwähnten Schleifung des Schlosses zu Verona machte. Es ist nämlich erwiesen, daß durch Verstärkung der Ladung ein Theil des Vorsatzes (s. letzteres Wort und Ladungen) entbehrlich wird; unter den hier angegebenen Umständen aber waren die 8 Minenkammern nicht ohne allen Versatz, denn sie waren abgesteift, und das entzündete Pulver, hinten und vorn fest verdämmt, würde sich mit vermehrter Gewalt haben einen Ausgang suchen müssen.

Liegen die Minengänge in der Futtermauer selbst: wird die vorher angegebene Methode mit Schüssen oder kleinen Sprengminen in beiden Widerlagen befolget. Wenn endlich die Minengänge der Grabensohle gleich laufen: muß man die Kammern hoch genug über jenen anbringen, damit die Minen nicht durch den leeren Raum der Gallerie ausblasen. Fehlet es überhaupt an Zeit: kann man auch einige schon vorhandene Kammern des Gewebes überladen, um durch ihre Druckkugeln das Ganze zu zerstöhren. Zwei Paar gekuppelte Kammern, bei 42 Fuß K. W. L. mit 40,000 Pfund jede geladen, wurden auf diese Weise am Fort la Brünette zu Susa angewendet.

Um Wälle und Futtermauern zu sprengen, die keine Gegenminen haben, giebt es zwei Mittel. Man treibt von der Grabensohle Gänge durch die Futtermauer hinein, wendet sich hinter letzterer rechts und links, und legt die Kammern in die Strebepfeiler; oder man teufet Schächte von dem Wallgange, dicht an der Brustwehr, ab, aus denen man bis an die hintere Seite der Futtermauer vorgehet. Das Erstere Verfahren ist bei trockenen Gräben gewöhnlich das leichtere und zweckmäßigere. In Turin sprengte man auf diese Weise die 30 Fuß hohe Futtermauer der rechten Face des Bollwerkes am Po-Thore, jedoch ohne Berücksichtigung der nur schwachen und ungleich von einander entfernten Strebepfeiler. 12 Fuß vom vorspringenden Winkel trieb man den Ersten Gang, 24 Fuß von diesem den zweiten u. s. f. bis zum Schulterpunkte. Die Kammern wurden immer zu beiden Seiten des Ganges, 6 Fuß von demselben, angeleget, und mit 90 Pfund Pulver geladen,



obgleich der Satz von 30 Pfunden auf die Würfeltoise eigentlich nur 87⅓ Pfund gegeben hätte. Alle Kammern sprangen durch richtige Vertheilung des Feuers zu gleicher Zeit, und die ganze Face stürzte in den Graben. Wären hier die Strebepfeiler 12 Fuß dick gewesen: hätte man die Kammern in ihnen selbst anbringen müssen, aber nur 24 Pfund Ladung auf die Würfeltoise rechnen dürfen.

Man wird seine Absicht noch schneller erreichen, wenn man die Minengänge nur mit einfachen Kammern an ihrem Ende versiehet, wie bei dem Sprengen einer Bollwerksface der Citadelle zu Metz geschahe. Die Rameaux lagen hier ebenfalls 24 Fuß aus einander, gingen 12 Fuß tief in die 16 Fuß dicke Futtermauer, und bekamen 20 Pfund Ladung auf jede Würfeltoise. Da sie ohngefähr in ¾ der Mauerdicke lagen, stürzten sie die letztere völlig ein, weil das übrige ¼ durch den dahinter liegenden Erdwall herein gedrückt ward.

Ist man wegen eines Wassergrabens genöthiget, Schächte von dem Wallgange abzusenken: müssen diese, im Verhältniß der Stärke der Futtermauer und der dieser angemessenen Ladungen, tief genug seyn, damit die letztern nicht den Vorsatz herauswerfen. Man sucht zu dem Ende die der Mauer das Gleichgewicht haltende Erdstärke, und multipliciret sie mit 1, 5, wenn die Kammern in die Strebepfeiler gelegt werden sollen: oder mit 2, wenn sie nur an, oder flach in die Mauer kommen. Wie bei allen Schachtminen wird hier die Leitrinne senkrecht durch die Verdämmung herauf geführet, und das Feuer zum gleichzeitigen Sprengen aller Kammern vertheilet. Der französische Minir-Hauptmann Boule hat im Feldzuge 1740 durch dergleichen Schächte, bloß vermittelst des Stichspatens und der krummen Schaufel abgeteufet, viele 8 bis 9 Fuß dicke Futtermauern zerstöhret. 150 Pfund Ladung wurde in einem Kasten mit Seilen hinunter gelassen, die an die Haken h des Pulverkastens Fig. 264 Taf. XX. gehangen wurden, und durch die 4 Löcher a b c d des Deckels gingen.

Bisweilen sind die Gräben der Bergschlösser in Felsen gehauen, und die Mauern der Wälle nur als eine Decke zu betrachten, um den gewachsenen Stein gegen das Verwittern zu schützen. Diese Decke hinweg sprengen, hieße nicht die Festungswerke zerstöhren! Zu dem Entzweck muß man den Felsen selbst angreifen und dadurch den Einsturz der darauf stehenden Bauwerke herbei führen. In der, mit Einschluß einer bombenfesten Kaserne und eines Säulenganges, gegen 72 Fuß breiten Courtine von Tortona benutzte man zu diesem Zweck den Durchgang nach einer Caponiere im Graben, um 24 Fuß hinter der äußern Mauerfläche rechts und links ein Rameau zu treiben, 30 Fuß lang, mit einem Schlage von 6 Fuß ein-

wärts, wodurch die Minen 30 Fuß R. W. L. bekamen. Der ziemlich weiche Felsen erforderte 20 Pfund Ladung auf jede Würfeltoise, oder 4583 Pfund für jede Mine, die man bis auf 5500 Pfund verstärkte, und dadurch diesen ganzen Zwischenwall um und um stürzte; wobei ungeheure Steinblöcke bis auf den bedeckten Weg herausgeworfen wurden.

Fehlet es an Pulver bei dem Sprengen der Festungswerke: läßt sich diese Absicht auch durch Untergraben eines Theiles der Futtermauern erreichen, so daß nur einzelne Pfeiler stehen bleiben, die nachher vollends weggesprengt werden. Daß jedoch hiezu viel Zeit nöthig ist, fällt von selbst in die Augen.

Alte Schlösser werden öfters von bald runden bald viereckigen Thürmen bestrichen, die zwar Vauban (Traité des mines) schon sprengen lehret, und bei größeren Gebäuden Kammern in die Wände legen, bei kleinern aber Schächte bis in die Grundmauern abteufen heißt. Allein, man wird ohne Zweifel weniger Pulver nöthig haben, wenn man die Ladung in der Mitten des runden Thurmes anbringt, und gegen die Wände ansteifet. Da man einen jeden runden Thurm als ein horizontal stehendes Gewölbe ansehen kann, muß nothwendig der Widerstand geringer und die Wirkung heftiger seyn, wenn sie sich von innen nach außen erstrecket, als im umgekehrten Falle, wo die Steine mit erhöheter Kraft der Explosion widerstreben, und wo die in der halben Stärke der Mauer liegenden Minenkammern leicht bloß auswärts schlagen, wenn man sie nicht überladet, und mit der Erschütterung auch die Wirkung vergrößert. Ein runder, mitten im Schlosse von Ormen allein stehender Thurm, 55 Fuß hoch, 12 Fuß im Lichten weit, mit 7 Fuß dicken Mauern, ward von 102 Pfund Pulver eingestürzt, die man in einem Kasten in die Mitte des untern Stockwerkes stellte, und den ganzen Raum um denselben mit Erde ausstampfte.

Ein anderer, ebenfalls runder Thurm zu Ormen stand mit $\frac{1}{3}$ seines Umfanges im Felsen, war 30 Fuß hoch, 8 Fuß im Lichten weit, 6 Fuß hoch mit Erde auf dem 18 starken Gewölbe beschüttet und hatte 12 Fuß dicke Mauern. Um diesen Thurm zu sprengen, setzte man einen Kasten mit 344 Pfund Pulver in die Mitte desselben (nach dem Verhältniß von 24 Pfund auf die Würfeltoise), und brachte in der hintern Widerlage der Verbindungsgallerie, so nach diesem Thurme hinter den Futtermauer führte, vier Kammern an, 24 Fuß von einander, und jede mit 344 Pfund Pulver geladen, die alle zugleich sprangen. Die Wirkung war vollständig. Das vordere Drittheil des Thurmes rückte auf dem abhängigen Felsen 6 Ruthen vor, und blieb daselbst aufrecht stehen. Die ganze übrige Mauer ward in große Massen zertheilet, die den Berg hinab rollten,

und bei etwas verstärkter Ladung ohnstreitig bis an die Häuser des Dorfes Ormen gegangen seyn würden. In solchen Fällen daher, wo anliegende Wohnplätze bei dergleichen Sprengungen unbeschädiget bleiben sollen, muß man die Ladung durchaus nicht zu stark nehmen, sondern wie die Franzosen bei einem Thurme des Schlosses St. Peter zu Verona verfahren, der an einem steilen Abhange, gegen 50 Fuß über die nächsten, nur etwa 10 Ruthen entfernten Gebäude, erhoben stand. Auf der entgegengesetzten Seite fiel der Boden weniger steil ab, und diese Seite war nur etwa 30 Fuß hoch. Hier trieb man aus dem Eingange 2 Kammern seitwärts ab, die eine mitten auf die Ecke, und die andere auf $\frac{2}{3}$ derselben, 24 Fuß äußerlich langen Seite. Da die Mauern nur $7\frac{1}{2}$ Fuß dick waren, ward jede Mine mit 50 Pfund Pulver geladen, und man ließ beide zugleich springen. Drei Seiten des Thurmes wurden gänzlich zerstöhret; doch endigte sich die Wirkung an einem Risse, und die gegen die Stadt gekehrte Seite blieb unberührt. Dieser Thurm war übrigens inwendig völlig leer. Hätte er Gewölbe oder Fußböden gehabt, mußten diese zuvor heraus genommen, jene aber durch — mit der zu schonenden Seite gleichlaufende — Einschnitte gänzlich von dieser getrennt werden, um ihn theilweise sprengen zu können. Letzteres wird um so leichter gelingen, je weniger Zusammenhang das Ganze unter sich hat.

Darf man die umliegenden Gebäude nicht berücksichtigen, und fehlt es an Zeit, kann man sich auch der überladenen Minen mit Vortheil zu dem Schleifen ganzer Gruppen von Gebäuden bedienen. Im Fort St. Felix zu Verona brachte man im untern Stock eines 80 Fuß hohen, 15 Fuß im Lichten weiten und 12 Fuß dicken Thurmes, 4 Pulverkasten in den vier Ecken an, worauf man den ganzen Raum mit Erde, Steinen und Holz anfüllte, die Thüre und eine Schießscharte fest verrammte, und mit 8128 Pfund Pulver eine ungeheure Wirkung erhielt. Der Thurm, ein zweiter daran stoßender, ein davor liegendes Pulvermagazin — das 12 Fuß im Lichten weit war, und 6 Fuß dicke Mauern hatte — das mit dem ersteren Thurme zusammenhängende sehr weitläuftige Commandantenhaus wurden gänzlich zertrümmert, und selbst andere, 5 Ruthen abliegende Gebäude durch die heftige Erschütterung völlig unbrauchbar gemacht. Bei diesem Sprengen hatte die Beschaffenheit des Mauerwerks 35 Pfund auf die Würfeltoise erfordert. Dies betrug auf jeden der 4 Pulverkasten 513 oder zusammen 2052 Pfund, als einfache Ladung; das Fünffache davon war 10260 Pfund, man konnte jedoch aus besondern Gründen nicht mehr als die vorerwähnte Menge anwenden.

Andere Gebäude werden auf dieselbe Weise zerstöhret, mit Ersparniß des Pulvers, wenn man in die Widerlagen und

Schildmauern kleine, im Verhältniß der Stärke und Beschaffenheit des Mauerwerkes geladene Minen legt und sie alsdann zugleich zündet. Oder, bei Mangel an Zeit, wenn man einen Haufen Pulver in die Mitte des untern Stockwerkes schüttet, und die Thüren und Fenster des Gebäudes fest versetzt. Um die nöthige Pulvermenge zu finden, mißt man die innere Länge und Breite des Gebäudes, bestimmt daraus — wie bei Futtermauern von derselben Länge — die Anzahl der einzelnen Sprengminen, durch die es gefällt werden kann. Die Summe ihrer Ladungen, um die Hälfte vermehrt, giebt dann eine Ladung, durch welche das Gebäude in sich selbst zusammen stürzt, ohne daß die Trümmer umher geschleudert werden. Ein 60 Fuß langes, 21 Fuß weites Gebäude ist demnach als eine Futtermauer von 162 Fuß Länge zu betrachten, die bei 6 Fuß Dicke, 13½ Minenkammern erfordern würde. Die Summe der, nach der Beschaffenheit des Mauerwerkes festgesetzten Ladungen einer jeden, um die Hälfte vermehrt, giebt alsdann die ganze Ladung. Sobald jedoch der innere Raum des Gewölbes über 1260 Quadratfuß beträgt, giebt das hier beschriebene Verfahren zu schwache Ladungen. Man nehme in diesem Falle die Ladung der Vergleichungsmine 20 mal, plus so viele male, als der innere Raum zwei Quadrat-Toisen über 35 hat. Wäre nämlich die Ladung der Vergleichungsmine 44 Pfund, würde ein 45 Quadrattoisen enthaltendes Gebäude

$$20 \cdot 44 + 5 \cdot 44 = 1100 \text{ Pfund Pulver}$$

erfordern, wie die Erfahrungen der französischen Minirer bestätigen. Die größere Höhe des Gewölbes kommt hier nicht in Betracht, weil mit ihr die Stärke der Widerlagen wächst, und die letztere bei Bestimmung der Ladungen zur Grundlage dienet. Man siehet nämlich die Mauerstärke jederzeit als die kürzeste Widerstandslinie an, von deren Würfel $\frac{11}{6}$ den Inhalt des Trichters (s. dies Wort) ausmachen, der in Kubiktoisen verwandelt, die erforderliche Ladung nach beistehender Tafel giebt.

Beschaffenheit des Mauerwerks.	Pulverladung auf 1 Kb. Toise.
Schlechtes Mauerwerk, das im Nassen stehet, und dessen Mörtel nicht zusammenhält	15 bis 16 Pfund
Gewöhnliches Mauerwerk, von nicht vorzüglicher Beschaffenheit	18 bis 19 —
Frisches Mauerwerk mit sehr gutem Mörtel.	27
Alte, gute Mauern	30
Römische oder ähnliche ganz alte Mauern.	35

Ist das Gebäude viel mehr lang als breit: muß man das Pulver in 2 oder 3 gleiche Haufen vertheilen, jedoch so, daß sie sich zu gleicher Zeit entzünden. Der französische Feldzug von 1800 in Italien, und die Belagerung der spanischen Städte stellen häufige Beispiele von, auf diese Art gesprengten Gebäuden auf. In Sarragossa waren die Pulverladungen 1500, 1600 und 3000 Pfund Pulver, welche erstere auf die starken gewölbten Häuser dieser Stadt keine außerordentliche Wirkung thaten. Bleiben auch zuweilen noch einzelne Mauern stehen: lassen sie sich durch ein daran gestelltes Pulverfaß leicht umwerfen. Ein solches Faß mit 100 Pfunden, das an einer 20 Zoll dicken Mauer auf einem 15 Fuß weiten und 9 Zoll starken Gewölbe stand, zerstörte sowohl das letztere als die Mauer auf eine Länge von 18 Fuß. Obwohl nun aber große Pulvermassen bei ihrer Entzündung im Freien ungeheuere Erfolge hervorbringen, verhält es sich doch mit geringeren Mengen nicht also. Ein Sack mit 50 bis 60 Pfund Pulver wird nie im Stande seyn, ein Thor aufzusprengen, was von dem achten Theile desselben in einer Petarde oder Bombe leicht und unfehlbar geschiehet. Die Erfahrung hat dies zum großen Nachtheil derer, welche den Versuch machen mußten, zuhinreichend bestätiget.

Sprengen der Brücken geschiehet entweder bei Rückzügen, um das Nachdringen des Feindes zu verhindern, oder bei der Vertheidigung der Festungen, um die feindlichen Communicationen zu unterbrechen. In dem ersteren Falle lassen sich die Anstalten vielleicht schon vorläufig treffen, indem man Minenkammern in die Brückenpfeiler legt, ihre Feuerleitungen verbindet, und alsdann zu seiner Zeit anzündet. Die Sprengung der Dresdner Brücke, auf Befehl des Marschals Davoust, der sich in jeder Hinsicht als seines Meisters würdig zeigte, mit 1570 Pfund Pulver, stellt ein Beispiel davon auf, so daß Ein Pfeiler und 2 Bögen völlig vernichtet wurden, die beiden anstoßenden Pfeiler aber völlig unberührt stehen blieben. Um diese Sprengung vorzubereiten, ward die Schlußweite der beiden Bögen a b und c d, von 62 und 66½ Fuß in 4 Theile getheilet, und auf jede Seite wurden 2 Kammern, 10′ von einander, in die Gewölbsteine des Brückenbogens, 8 Fuß tief unter die Oberfläche eingesenkt, f f, die jede 100 Pfund Pulver Ladung bekamen. In den 36 Fuß hohen, 27 Fuß dickem Pfeiler wurden, vermittelst eines Schachtes g, zwei andere Minen mit 18 Fuß K. W. L. angebracht, und jede mit 384 Pfund geladen. Der Raum in den Kammern über den Pulverkasten blieb leer; die Rameaux aber und Schächte wurden auf die gewöhnliche Weise versetzt.

Häufiger ist bei dem Sprengen steinerner Brücken keine Zeit

zu dergleichen Vorbereitungen übrig. Man muß sich begnügen, quer über die Brücke einen Graben zu ziehen, der bis auf die Gewölbsteine hinunter gehet, und in welchen man einen langen Kasten mit 300 bis 400 Pfund Ladung, oder mehrere Pulverfässer setzt, mit welcher Ladung 4 Fuß starke und 5 Fuß weite Brückengewölbe zerstöhret worden sind. Noch leichter und mit einer geringern Menge Pulver wird das Sprengen der Brükken bewirket, wenn es möglich ist, den Pulverkasten unterhalb des Bogens anzubringen, und hier ihn mit 3 oder 4 Hölzern anzusteifen. Der französische Minirhauptmann Adam wendete dieses Verfahren in Philippsburg an, und nahm dabei auf jeden Zoll Bogenstärke 8 Pfund Ladung. Auch hölzerne Brücken lassen sich auf die letztere Art leicht und schnell vernichten, wenn man sich nicht begnügen will, sie mit Pech zu bestreichen und durch aufgelegtes Stroh und Kienholz in Brand zu stecken. Um das Löschen der brennenden Brücke zu verhindern, werden zugleich mehrere Bomben oder Granaten auf oder unter der Brükke angebracht.

Feindliche Schiffbrücken 2c. endlich werden durch schwimmende Minen gesprengt, die aus einem gut verpichten, zweifachen Kasten bestehen, mit etwa 100 Pfund Ladung, der sich in einem größern Kasten, und mit diesem so tief in das Wasser getaucht befindet, daß er nur etwa 3 oder 4 Zoll hervorraget. Um ihn zu rechter Zeit zu zünden, ist oben über dem Pulver ein Flintenschloß angebracht, das vermittelst eines senkrechten, beweglichen Stockes, abgedrückt wird, sobald der Kasten unter der Brücke ankommt, und der Stock sich oben an den Brückenboden stützet. Diese 3 bis 4 Fuß großen Kasten werden mit einem fest gestellten Steuerruder versehen, um sie im Strome nach der feindlichen Brücke zu leiten, wenn sie einmal durch ein Fahrzeug die gehörige Richtung bekommen haben.

Eine andere ähnliche Art Sprengkasten schlägt Gillot vor (Traité de fortification souterraine p. 128) um in einem Wassergraben den Faschinendamm des Belagerers zu zerstören Fig. 228 Tab. XVIII. Auch diese Mine wird durch ein Flintenschloß gezündet, das ein senkrechter Hebel abdrückt, wenn die Wasserfaschinen des Feindes auf seine horizontalen Arme fallen, und diese niederdrücken. Die Maschine ist sinnig genug eingerichtet, und das Flintenschloß anstatt des Feuersteines mit einem Gläschen mit Phosphor versehen, das nothwendig bei dem Losschlagen des Hahnes zerbrechen muß. Da jedoch der Faschinendamm nicht eher gebauet werden kann, bis die Bresche geschossen ist: werden wahrscheinlich die horizontalen Hebelarme schon durch die in den Graben fallenden Trümmer der Futtermauern

mauern niedergedrückt, und veranlassen ein zu frühes Springen der Mine.

Sprengewerke unterscheiden sich von den Hängewerken (w. n. i.) dadurch, daß bei ihnen die Spannung durch unten angebrachte Streben bewirket wird, welche das Ganze unterstützen. Sie sind nur bei großen Brücken über breite Flüsse üblich, und dann gewöhnlich zugleich mit einem Hängewerke vereiniget, so daß die Seitenstreben und die Hängesäulen gemeinschaftlich die zu weit gestreckten Balken unterstützen. Die Construction der Sprengwerke gehöret daher auch nicht eigentlich in das Gebiet der Fortifikation, sondern zu dem Brückenbau, daher man sich auch darüber in der Zimmermannskunst eines Reuß, Schübler u. a. näher unterrichten muß.

Sprützen (pompes à feu) schlug Flachon de la Toumariere vor, zu Vertheidigung der Festungen anzuwenden, und die Spitzen der feindlichen Sappen durch einen künstlichen Regen zu überschwemmen. Der Brand eines Pallisadenschuppens zu Straßburg 1784 brachte ihn zuerst auf diese Idee, weil er sahe, daß die Sprützen und die dabei befindlichen Arbeiter nach wenig Zeit beinahe im Koth versanken. Man setzt die Feuerspritzen in eine besonders dazu bestimmte Kasematte, oder unter eine Blendung an der Contrescarpe des trockenen Grabens, um von da aus einen Wasserstral in die Sappe zu leiten und den Erdboden dadurch in weichen Schlamm zu verwandeln, der sich weder bearbeiten, noch zu dem Füllen der Schanzkörbe anwenden läßt. Zwar kann der Belagerer seine Zuflucht zu dem unterirdischen Kriege nehmen: allein, man kann dagegen steinerne Leitröhren unter der Erde anbringen, durch welche man Wasser in die feindlichen Rameaux pumpt, und die Pulverladung unbrauchbar macht. Zwar hat besonders dieser letztere Vorschlag seine eigene Schwierigkeiten, und man machte Toumariere's Einfall anfangs lächerlich. Allein die Regierung ließ 1785 einen Versuch anstellen, der völlig befriedigend ausfiel. Eine Feuersprütze mit 5½ Fuß langen Druckstangen, mit einem 5 bis 6 Zoll weiten Rohre, dessen Oeffnung 6 Linien hatte, von 8 Menschen beweget, trieb das Wasser 96 Fuß weit, und die zum Füllen der Schanzkörbe angestellten Sappirer waren genöthiget, zu entfliehen, indem sie versicherten, sie könnten die Heftigkeit des Wasserstrales nicht aushalten.

Spundpfähle (palplanches) dienen überall da zur Versicherung der Grundmauern, wo sich fließendes Wasser in der Nähe befindet, das den Grund unterwaschen und dadurch in der Folge den Umsturz des ganzen Bauwerkes herbei führen

könnte. Diese Spundpfähle werden demnach dicht an einander in den Grund getrieben, daß sie abwechselnd mit ihren Nuthen und Federn in einander greifen, und eine dichte, zusammengefügte Wand bilden. Fig. 232 Tab. XVIII. Obgleich von den Federn und Nuthen in den Werken über die Zimmerkunst viele und mancherlei Formen gegeben werden: sind doch alle künstlichere Arten, mit Schwalbenschwänzen u. dgl., zu verwerfen; weil sie theils eine zu sorgfältige Bearbeitung erfordern, theils die Federn bei dem Einrammen der Pfähle leicht losspringen. Man beschränkt sich gewöhnlich auf die rechtwinkliche (Fig. 233.) oder auf die Keilspundung (Fig. 234.), die beide, einfach und dauerhaft sind. Man versihet auch wohl die Pfähle auf beiden Seiten mit Nuthen, und schiebet dreizöllige Spundbohlen zwischen sie ein; und Norberg ließ bei Moskwa die Pfähle mit 3 Zoll breiten und $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefen Nuthen dichte neben einander einrammen, und die Oeffnung mit Moos dichte ausstopfen, wo anstatt des Mooses auch Schiffswinde oder aufgedrehetes Tau genommen werden kann.

Die Stärke der Spundpfähle hängt von ihrer Länge und von der größeren oder geringeren Festigkeit des Grundes ab. Ist dieser weich, können 4 bis 5zollige Bohlen mit einer Gradspündung angewendet werden; in einem harten Grunde hingegen muß man siebenzollige Pfähle aus Halbholz einrammen, die zu Verringerung der Arbeit 10 bis 12 Zoll breit seyn können. Die Köpfe der eingerammten Spundpfähle f werden mit 2 Zoll dikken, 5 Zoll hohen Zapfen versehen, um einen Holm aufbringen zu können (Fig. 252. Tab. XIX.), der bei einem Pfahlrost zugleich die Erste Langschwelle ist, wie B. Fig. 248., bei einem liegenden Roste aber von diesem abgesondert seyn muß, weil außerdem der hintere Theil des Rostes sich mehr senken würde, und dadurch die Mauer eine schräge Stellung bekäme. Sind die Spundpfähle nun schwach, schlägt man von 12, oder 15 zu 15 Fuß einen kurzen Spitzpfahl d hinter die Spundwand, auf welchen alsdann der Holm eingelassen und mit dreispitzigen eisernen Klammern befestiget wird. Spundpfähle, welche die vorderste Reihe eines Pfahlrostes ausmachen, dürfen nie unter 6 Zoll dick seyn. Weil nun die Zangen hier nicht über die Spundwand hervorragen dürfen, werden sie zwar auf die übrigen Langschwellen aufgekämmt, b. Fig. 249., auf den Holm der Spundwand aber mit einem 3 Zoll tiefen Schwalbenschwanz eingelassen, dca. Können die Spundpfähle jedoch wegen ihrer zu geringen Stärke nicht zugleich als Rostpfähle dienen, werden sie dichte vor die Erste Langschwelle eingerammt, und an jene vermittelst eines Riegels angebolzet.

Die Spundpfähle müssen aus möglichst geraden Stämmen verfertiget werden, weil krumm gewachsenes Holz die richtige

Bearbeitung der Federn und Nuthen sehr erschweret. Sie müssen ebenfalls einerlei Trockenheit haben, weil sie außerdem durch das ungleiche Eintrocknen ein genaues Zusammenschieben unmöglich machen würden. Sie werden kurz vor dem Einrammen bearbeitet und glatt gehobelt, und unten von beiden Seiten nach der Mitte zugeschärft, Fig. 232., indem man letztere auf einer horizontalen Unterlage vermittelst eines Schnurschlages bezeichnet. Es ist fehlerhaft, die Spundpfähle unten wie Fig. 230, oder wie Fig. 231 zuzuspitzen; weil sich leicht ein Stein zwischen die Spitzen setzen und den Pfahl bei dem Einrammen aus der Richtung bringen kann. Die Spundpfähle werden, so wie überhaupt alle Grundpfähle, bei hartem Kiesboden mit eisernen Schuhen versehen (s. dies Wort) und vom Kopf die scharfen Kanten etwas gebrochen, damit durch die Schläge des Rammbären sich das Holz nicht auseinandergeben kann.

Städte, die entweder ganz offen, oder mit Mauern umschlossen, oder wohl auch mit alten, größtentheils eingegangenen Festungswerken versehen sind, müssen, als militairische Punkte, oft im Laufe eines Krieges für den momentanen Gebrauch befestiget werden, um irgend einen Uebergang über einen großen Strom, oder einen Gebirgspaß festzuhalten, Magazine anzulegen, einen Belagerungstrain zu bewahren, mit einem Worte: der vorrückenden Armee zur Unterstützung zu dienen, oder bei einem Rückzuge sie aufzunehmen, und dem Vordringen des Feindes einen Damm entgegenzusetzen. Daß hier, schon aus Mangel an Zeit, keine permanente Anlage statt finden könne, fällt von selbst in die Augen. Nur das läßt sich ausführen, wozu die Mittel eben bereit, oder überhaupt möglich sind. Der Ingenieur muß zugleich den wahrscheinlichen Gang des Feldzuges dabei gehörig ins Auge fassen, um die neue Festung mit den möglichen Operationen in gehörige Verbindung zu setzen. Nur dadurch entspricht sie ihrer Bestimmung; ändert sich diese im Laufe der Ereignisse: wird die Stadt, nach Zerstöhrung der Befestigungen, gewöhnlich verlassen. Die letzteren müssen demnach eine solche Einrichtung bekommen, daß sie bei einem angemessenen Widerstandsvermögen, und möglichster Sicherheit gegen Ueberfall und gewaltsamen Angriff, sich in kurzer Zeit vollenden lassen. Bei ganz offenen Städten lassen sich bloße Feldwerke anbringen, die man durch alle nur vorhandene Annäherungshindernisse: Pallisaden, geschleppte Verhaue, Pfählchen, Wassergräben, Ueberschwemmungen rc. zu verstärken sucht. Sind feste, steinerne Häuser in der Nähe des Umfanges: lassen sich diese — mit Schußspalten versehen — sehr zweckmäßig als Reduits benutzen. Eine ganz aus hölzernen Häusern bestehende Stadt aber kann unter keiner Bedingung befestiget werden, weil der Feind ein

leichtes Mittel in der Hand hat, die Besatzung zur Uebergabe zu nöthigen, indem er die Häuser in Brand stecket.

Die alten Stadtmauern sind gewöhnlich mit Thürmen versehen, die öfters den Graben bestreichen. Sie können dann entweder mit detaschirten Bollwerken und Ravelinen, oder durch einen zangenförmigen Mantel befestiget werden, wo alsdann die Stadtmauer die Stelle einer retirirten Festung vertritt. Man kann sich auch bei Mangel an Zeit mit einem bedeckten Wege begnügen, in den man große Lünetten legt, welche die Stelle der Raveline (s. dies Wort) vertreten. Sind in den alten Stadtmauern schon hier und da Lücken: werden diese zur Verbindung mit den Außenwerken benutzt, und die abgesonderten Bollwerke, Raveline und Lünetten vor dieselben gelegt; oder, wenn sie sich nicht dazu eignen, werden sie mit Kanonenschußfreien Erdbrustwehren geschlossen. Die Mauer selbst durch darhinter geschüttete Erde zu verstärken, wie mehrere Schriftsteller anrathen, ist nachtheilig, weil der Druck der Erde den Einsturz der Mauer nur befördern kann. Sollten die runden oder eckigen Thürme unten keine Schießlöcher haben, muß man dem Fuß der Mauer durch angebrachte Tambours oder Caponieren ein Seitenfeuer verschaffen. Neue Schießlöcher einzubrechen, ist in Bruchsteinmauern selten ausführbar, erfordert auch selbst bei Ziegelmauern viel Zeit, weil sie — mit der Spitzhaue hindurch geschlagen — zu weit werden, und die darhinter stehenden Schützen nicht genugsam decken.

Die Stadtthore werden mit Erde und Holzstücken verrammelt, so daß nach Verhältniß der Größe des Ortes nur Eins oder Zwei offen bleiben, die durch ein vorgelegtes Werk, durch Pallisaden und durch doppelte Gatterthore gegen den Anlauf des Feindes gesichert werden. Fließt ein Wasser durch die Stadt, muß es, so wie alle durch die Mauer führende Ausgänge, mit Pallisaden und Schutzgattern verschlossen seyn.

Haben die Mauern nicht schon Oeffnungen, um die Gemeinschaft mit dem Ravelin ꝛc. zu bewirken, werden an den zur Anlage von Außenwerken bequemen Stellen — gewöhnlich auf oder zwischen den vorspringenden Ecken — 5 Fuß hohe, 6 Fuß breite Durchgänge eingebrochen, und vor dieselben, auf der Contrescarpe, die Außenwerke, mit einem pallisadirten Graben, geleget. Dienet ein solcher Ort zum Hauptdepot der Armee: muß man ihn durch weit vorgelegte Werke möglichst gegen das Anzünden zu schützen suchen. Hölzerne Blockhäuser, wie sie Müller (Verschanzungskunst auf Winterpostirungen. 8. Potsdam 1782.) zu bauen lehret, können hier sehr zweckmäßig die Stelle der kostbaren, und eben deshalb nur selten anzuwendenden Thürme Montalemberts vertreten; sie müssen jedoch stark genug seyn, dem feindlichen Kanonenfeuer zu widerstehen,



und jedes mehrere Kanonen enthalten können, um den zwischen ihnen liegenden Raum zu bestreichen. Um den Feind weit genug entfernt zu halten, müssen die Blockhäuser wenigstens 2000 Schritt von der Festung, oder 3000 Schritt aus dem Mittelpunkte herausliegen, welches einen Umfang von 9000 Schritten giebt, und 11 Blockhäuser erfordern würde, wenn man nicht annehmen darf, daß vielleicht ein Theil der Stadt schon durch ein anstoßendes Terrainhinderniß, einen großen Teich, eine Ueberschwemmung u. dgl. gedeckt wird.

Wenn die zu befestigende Stadt schon mit alten Wällen und Gräben umschlossen ist: bedarf es öfters nur einer geringen Nachhülfe, sie in einen guten Vertheidigungsstand zu setzen. Es kommt hier nur darauf an, genau und sorgfältig das Nothwendigste zu bestimmen, um bei den anzuordnenden Arbeiten den Mängeln abzuhelfen, ohne sich durch Verbesserungssucht in unnütze oder wenigstens überflüssige Arbeiten verwickeln zu lassen. Schon oben sind die gewöhnlichen Fehler (s. dies Wort) bestehender Festungen aufgeführet worden; außer diesen finden sich an den Festungen der früheren Epoche öfters noch:

1.) ein zu hoher Hauptwall, dessen Futtermauern schon von den Ersten Batterien heruntergeschossen werden können;

2.) zu frei liegende Flanken, weil die Außenwerke entweder gänzlich fehlen, oder blos in einem kleinen Ravelin bestehen, wo der Angreifer sogleich seine Batterien gegen den Hauptwall anlegen kann;

3.) die vorhandenen Außenwerke haben keine genugsame und zweckmäßige Unterstützung; sie können leicht genommen werden, und ihr großer innerer Raum giebt bequeme Gelegenheit zu Anlegung der Breschbatterien;

4.) ein nicht hinreichend bestrichener Graben befördert den Uebergang und den Sturm auf die Außenwerke wie auf den Hauptwall;

5.) es fehlet endlich oft an bombenfesten Behältnissen, um Geschütz und Kriegsbedürfnisse gegen die feindlichen Wurffeuer zu verbergen: ja, es findet sich wohl kaum Gelegenheit, den Pulvervorrath sicher unterzubringen.

Die Mittel, diesen Mängeln abzuhelfen, liegen schon in ihrer Darstellung, mit Berücksichtigung der Zeit und der Arbeiter, die man möglicherweise dazu anwenden kann. Erhöhung des Glacis — wenn es statt findet — ist nützlich; die Verstärkung des bedeckten Weges durch Waffenplätze mit Reduits, da wo sie fehlen; zu einer guten Vertheidigung unentbehrliche Vorwerke (w. n. i.), die den Feind weit genug entfernt halten, sind hier ebenfalls vortheilhaft: nur müssen es nicht bloße Feldschanzen seyn, deren Geschütze der Feind leicht demontiren und deren Besatzung er durch einige hineingeworfene Bomben leicht vertreiben kann.

Große Lünetten im bedeckten Wege vertreten die Stelle der fehlenden Raveline, oder dienen den zu kleinen Ravelinen als Contregarden (s. Ravelin.). Sie decken die Flanken und Schultern der Bollwerke, und bestreichen das Feld vor denselben sehr wirksam. Im erstern Falle darf ein Reduit oder eine, anstatt desselben dienende, hölzerne Caponiere nicht fehlen, die der Besatzung einen sichern Rückzug und zugleich Gelegenheit darbietet, den Graben vor dem Bollwerke mit Einem oder Zwei Geschützen zu bestreichen.

Zu Unterstützung der Außenwerke und zur niederen Grabenvertheidigung dienen sehr zweckmäßig halbe und ganze Caponieren oder Coffer im Graben, die jedoch einen pallisadirten Graben vor sich haben müssen, damit der stürmende Feind nicht herankommen kann, die Schießlöcher zu verstopfen oder selbst sein Gewehr hineinzuschieben und auf die Vertheidiger zu feuern. Montalemberts Caponieren von 24 Fuß Länge, 12 Fuß Breite, mit 12 Fuß langen Flanken, oben durch eine Balken- und Erdbedeckung von 5 Fuß gegen den Bombenschlag gesichert (Fortificat. perpendic. T. 2. pag. 140.) sind hier sehr empfehlenswerth. Aehnliche Deckmittel sind auch unentbehrlich: a) das Geschütz auf den Wällen — vorzüglich kleiner und enger Werke — gegen die feindlichen Rikoschetkugeln und Projectilen zu schützen; b) zu sicherer Verwahrung der Lebensmittel und aller Bedürfnisse zu dienen; c) der Besatzung während des Bombardements einen ruhigen Aufenthalt zu gewähren. Es ist sogar öfters nothwendig, vorhandene bombenfeste Gewölbe auf diese Weise zu verstärken, wenn sie bei näherer Untersuchung zu schwach erscheinen. Wie unerläßlich überhaupt die äußerste Vorsicht in Betracht der Pulvervorräthe ist, haben die Beispiele von Spandau 1813, und von Avesnes 1815 zur Genüge erwiesen.

Als Beispiel wollen wir hier die Verstärkung einer wirklich existirenden alten Festung von einer sehr sonderbaren Lage geben, wozu von einem andern Ingenieur ein sehr zweckwidriger Vorschlag gemacht worden war. Tab. XXI. Fig. 300 zeiget die Beschaffenheit der vorhandenen alten Werke, wo die Stadt längs des Flusses ohne allen Schutz und von dem gegenüber liegenden hohen Ufer V völlig eingesehen war; während die kleinen Raveline und das zwar feste, aber sehr enge Schloß L nirgends Vertheidigung und Unterstützung gewährten. Herbort, einer der besseren Ingenieure der mittleren Periode, räth demnach:

1.) Die Ufer des Flusses durch einen Wall H, H zu verschließen, der in M blos als Glacis erscheinet, weil dann die feindlichen Stückkugeln keine Gewalt dagegen ausüben können. Dieser Wall wird

2.) in E durch ein vorgeschobenes Bollwerk vertheidiget, das eine Couvreface C vor sich hat, und durch seine dreifachen Flan-

len a a a den hier seichten Fluß bestreicht, um jeden feindlichen Ueberfall kräftig zu verhindern. Das hohe Ufer bei F giebt Gelegenheit, zu Bestreichung des Flusses vor dem Bollwerk E vier Flanken d d über einander zu legen, die durch den Wall g gedeckt, durch die Caponiere h aber vertheidiget werden. Eine gleiche Bestimmung haben die drei Flanken i des Werkes G, die hinter dem Walle ll versteckt, und durch die Caponiere mm bestrichen sind.

3.) Die Einbucht des Flusses, mit der daselbst befindlichen Brücke No. 1, wird durch die dreifache Flanke K, mit dem anstoßenden Walle Mm, sehr gut vertheidiget, und durch das kleine Werk c c gedeckt, das gegen das anlaufende Terrain in V hinreichend defiliret seyn muß.

4.) Die schon vorhandene Fronte II soll in den Kehlen der engen Bollwerke mit einem Graben und Brustwehr n abgeschnitten, vorn aber durch die Brille p — von einem bedeckten Wege qq mit zwei Waffenplätzen geschützt — und durch die schmalen Contregarden oo verstärkt werden.

5.) Das an sich zu kleine Schloß L verdienet keine vorzügliche Berücksichtigung. Es ist hinreichend, dasselbe auf der einen Seite mit einem bedeckten Wege rr und auf der andern mit einem halben Mantel ss zu umschließen.

6.) Zu Verstärkung der Fronte AAA, die schon durch ihre Futtermauern und zurückgezogenen Flanken einige Stärke hat, wird das Glaçis erhöhet, daß es das Mauerwerk hinreichend deckt; vor die Raveline werden Lünetten PPP geleget, mit einem doppelten bedeckten Wege, deren Verbindung nach hinten durch einfache oder doppelte, sich verlaufende Brustwehren gesichert ist. Sie können auch durch einen pallisadirten Graben BBB, oder durch diesen und eine Brustwehr dahinter, zusammengehangen werden. Zwei an den Fluß gelegte, besondere Werke bestreichen die Front hinter den Kehlen der Lünetten, und zugleich den im Sommer ziemlich seichten Fluß, der jedoch durch eine, an der Brücke No. 1 angebrachte Stauschleuße angeschwellet, und zu einer Ueberschwemmung benutzt werden kann.

Es ist überhaupt von wesentlichem Nutzen, sich überall, wo es nur irgend die Lage verstattet, einen Wassergraben zu verschaffen, selbst wenn dieser nur 2 oder 3 Fuß Tiefe bekommen könnte. Wasser bleibt immer ein vorzügliches Annäherungshinderniß, das jedem andern vorzuziehen ist.

Anstatt der vorher erwähnten, genugsam bekannten Lünetten, hat schon Belidor eine Abrundung der äußersten Spitzen des bedeckten Weges (s. dies Wort) vorgeschlagen. Belair verbindet damit ein besonderes, mit zurückgezogenen Flanken c versehenes Werk A Fig. 263. Tab. XX., das er ebenfalls eine Lünette nennt. Diese wird aus dem vorspringenden Winkel mit

einem Kreisbogen beschrieben, ist 8 Fuß höher, als die Flanke c, und zu Geschützen eingerichtet, und 120 bis 150 Fuß auf der Feuerlinie lang; die Flanken hingegen haben nur 72 bis 80 Fuß Länge, und liegen in der Verlängerung des vorderen bedeckten Weges. Sie sind zu Bestreichung der feindlichen Rikoschetbatterien bestimmt, und werden durch einen Graben gegen Anfall, durch das Glacis B aber gegen das Kanonenfeuer geschützt.

Zwei sehr gewöhnliche, eben so wirksame, als öfters zwecklos angewandte Verstärkungsmittel provisorischer Festungen sind Pallisaden, und unter das Glacis gelegte Minen. Der letztere Krieg stellt uns häufige Beispiele von dem Mißbrauch der Pallisaden auf, die frei auf die Erde gesetzt, den Kanonenschüssen nicht widerstehen, und die, in mehrfachen Reihen im bedeckten Wege, durch die Rikoschetkugeln bald niedergeschlagen werden. Sind sie hingegen durch einen Erdaufwurf geschützt, und nicht unter 9 bis 12 Zoll stark, können sie eben so wenig ausgewuchtet als umgerissen werden.

Fladderminen (s. dies Wort), vermittelst abgeteufter Schächte unter dem Glacis angebracht, machen den Feind oft glauben: es sey ein vollständiges Minengewebe vorhanden. Man hat schon genug gewonnen, wenn er sich dadurch verleiten läßt, den Minirer anzusetzen, und sich auf die Weitläuftigkeiten des unterirdischen Krieges einzulassen. Schon, wenn man die Vertheidigungsminen auf- und vor dem Glacis abstecket, und den Minirer in die Contrescarpe einschlagen läßt, kann man den Belagerer zu vorsichtigerem Anrücken bewegen, durch die Besorgniß, die Breschbatterien und Logementer in die Luft gesprengt zu sehen. Bei der Vertheidigung von Kehl gruben die Franzosen Bombenkasten vor dem Glacis ein, wie schon oben erwähnt worden. (S. Ladungen der Minen.)

Stärke der Festungen wird durch die Vereinigung der nothwendigen Eigenschaften, welche sie bedingen, hervorgebracht und erhöhet (S. Befestigungen und Eigenschaften.). In je näherer Verbindung daher jene Eigenschaften mit einander stehen, für um so stärker ist auch die Festung zu achten, und die Französischen Ingenieure fanden darinnen einen Scheingrund zu der von ihnen so genannten Analysis der Festungen, d. h. auf der wahrscheinlichen Dauer ihres Widerstandes beruhenden Vergleichung ihrer Stärke und ihres Werthes. Um bei seinen Ausrüstungsentwürfen eine Grundlage zu haben, berechnete Vauban die Zeit, welche im Verlauf der Belagerung zu den verschiedenen Angriffsarbeiten erfordert wird; vorausgesetzt, daß sich nicht ganz ungewöhnliche Hindernisse finden. Man bedarf demzufolge:

13 Tage, zu Eröffnung der Laufgräben, Verfertigung der Communicationen, dem Bau der Rikoschetbatterien, und den Vorbereitungen zur Einnahme des bedeckten Weges;
9 — zu Vertreibung der Belagerten aus den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges, und Anlage der Breschbatterien;
5 — Uebergang über die beiden Ravelingraben; Logement in den beiden Ravelinen;
3 — Anlage der Breschbatterie gegen das Bollwerk, und die Vorbereitungen zum Sturm.

30 Tage.

Diese wahrscheinliche Dauer des Widerstandes, oder die absolute Stärke der Festung, mit dem Aufwande verglichen, welchen die Erbauung einer Fronte derselben verursachet, giebt alsdann die relative Stärke derselben, oder das Moment. Bei Berechnung der Kosten siehet man blos auf die Erdmasse, die Mauern von rohen Steinen, und endlich die gehauenen Steine oder Quadern, weil Brücken, Wohnungen ꝛc. allen Festungen gemein sind, und nicht in Betracht kommen. Es wird zugleich angenommen, daß der Erdbau sich zum Steinbau wie 1 : 17, und zu Quadern wie 1 : 18 verhalten: und ergiebt sich demnach das Moment, wenn man die Baukosten gegen einander vergleicht, und die Dauer der Belagerung durch die Vergleichungszahl der Kosten dividiret.

	Alte Baubansche Manier.			Neuere Französische Manier.		
	VI.Eck.	XII.Eck.	Grade Linie.	VI.Eck.	XII.Eck.	Grade Linie.
absolute Stärke	17.	24.	31.	22.	30.	40.
vergleichende Kosten	14.	14.	14.	16.	16.	16.
Momente	12.	17.	22.	14.	19.	25.

Man siehet jedoch leicht, daß hier viele wesentliche Umstände nicht mit in Anschlag gebracht sind: das erforderliche Geschütz, die Besatzung, die dazu erforderlichen Vorräthe, und die zu Unterbringung derselben nöthigen bombensichern Räume. Wenn das Geschütz in letzteren nicht durch die Schleuderschüsse des Belagerers zum Schweigen gebracht werden kann: werden auch die Sappen nur langsam vorrücken, und die Batterien entweder gar nicht, oder doch nur mit vielen Schwierigkeiten und Zeitverlust zu Stande kommen. Vor Gibraltar, das auf der Landseite 152 Kanonen, 14 Mörser und 9 Haubitzen hatte, konnten die Spanier mit ihren Batterien in einem Zeitraume von fast 3 Jahren

nicht näher, als bis auf 200 Ruthen kommen. Ist es auch wahr, daß eine Festung, die unter völlig gleichen Umständen, und bei einerlei Widerstandsdauer weniger zu bauen kostet, als eine andere, den Vorzug verdienet: kann doch in keinem Fall der Quotient aus der Division der Belagerungsdauer mit den Baukosten zum Maaßstab ihres eigentlichen Werthes dienen. 11) Wird die absolute Stärke nicht immer durch die Dauer der Belagerung bestimmt. Denn wird der Feind nach einer gewissen Zeit, etwa nach 4 Monathen, genöthiget, die Belagerung aufzuheben, so verhält sich die Stärke einer andern, die sich nach 1 Monath ergeben hat, zu jener nicht wie 1 : 4, sondern wie 0 : 1. Selbst der geringe Zeitgewinn von einigen Tagen ist im Kriege oft unschätzbar, und man kann das Verhältniß der Stärke bei 60 und 70 Tagen dem von 6 und 7 hier durchaus nicht gleichsetzen, wie es doch aus den Zahlen zu fließen scheinet. Wollte man ein sichereres Resultat über die Stärke einer Festung bekommen, würde man bei übrigens gleicher Lage und Terrainbeschaffenheit berücksichtigen müssen:

1) Höhe und Steile der Wälle, zur Sicherheit gegen Leitersteigung und Ueberfälle.
2) Widerstand der Futtermauern gegen das feindliche Geschütz nach Verhältniß der Entfernung seines Standes.
3) Sicherheit für das Geschütz und die Vertheidiger der Festung gegen die feindlichen Geschosse.
4) Die Bequemlichkeit zur Aufstellung einer hinreichenden — wo möglich überlegenen — Geschützmenge gegen die Laufgräben, Batterien und Logementer des Feindes in jedem Zeitabschnitte der Belagerung, wodurch ihm das Vorrücken theils sehr erschweret, theils ganz unmöglich gemacht werden kann.
5) Die Menge und Größe der Werke, welche der Belagerer zum Behuf seines Zweckes erbauen muß.
6) Die Zahl und Einrichtung der Festungswerke, die zugleich oder nach einander angegriffen werden müssen.
7) Die eigenthümliche und gegenseitige Vertheidigung derselben.
8) Die Sicherheit und Bequemlichkeit der Verbindungswege, um ihre Besatzung zu unterstützen oder zurückzuziehen.
9) Die Stärke der Besatzung, welche jedes einzelne Werk zu seiner Vertheidigung erfordert.
10) Die Entziehung des Raumes und der Materialien zu Verfertigung der Logementer und Batterien.
11) Die größern oder geringern Schwierigkeiten, den Uebergang über den Graben zu bewirken.
12) Der kräftige Widerstand gegen den unterirdischen Angriff.

13) Die während der Belagerung zur Vertheidigung erforderlichen Arbeiten.
14) Die Gelegenheit, vom Feinde besetzte Werke wieder zu erobern, und überhaupt ihm durch Ausfälle bedeutenden Abbruch zu thun.
15) Die ganze Stärke der Besatzung, und die dadurch nothwendig werdende Menge Kriegsbedürfnisse aller Art.
16) Die erforderliche Stärke der Belagerungsarmee, und die Zusammensetzung des Belagerungstrains.
17) Etwa vorhandene besondere Verstärkungsmittel und Annäherungshindernisse: Ueberschwemmungen; die Möglichkeit, den vorher trocknen Graben plötzlich voll Wasser zu lassen; Demolirungsminen ꝛc.
18) Die Bravour, Kaltblütigkeit und Intelligenz des Commandanten und seiner zugeordneten Befehlshaber, ohne die auch die stärkste Festung nur unbedeutenden Widerstand leisten wird.

Stampfe oder Jungfer. S. Handramme.

Stauschleußen. S. Schleusen.

Steifen. S. Verdämmung der Minen.

Steigen des Gewölbes drückt die Höhe desselben von den Untersätzen bis auf den Schlußstein aus.

Steine, natürliche, oder gewachsene, sind ein sehr wesentliches Baumaterial bei Festungen, sobald sie nur die dazu nöthigen Eigenschaften besitzen. Diese sind: hinreichender Widerstand gegen die feindlichen Geschosse, und Dauerhaftigkeit, um durch die Luft und Witterung nicht so leicht und schnell zerstört zu werden (S. Futtermauern.). Dem letzteren Nachtheil sind diejenigen Steinarten am meisten unterworfen, die leicht und viel Wasser in sich ziehen: denn dieses wird durch den Winterfrost ausgedehnet, und trennt den innern Zusammenhang der Bestandtheile. Das eingesogene Wasser der Steine giebt zugleich durch Auflösung der Salztheilchen Anlaß zu Entstehung des Salpeterfraßes, wenn besonders die Steine in eingeschlossenen Räumen verbauet werden, wo sie die Luft nicht bestreichen kann.

Die beim Festungsbau anwendbaren Steinarten sind, mit Ausschluß derer, welchen die vorerwähnten Eigenschaften fehlen, oder deren Seltenheit ihren Gebrauch verbietet:

a.) Der gemeine dichte Kalkstein von blau- oder gelbgrauer, oft auch von schmutzig weißer, oder hellrother Farbe, ist

sehr dauerhaft und dem Verwittern nur wenig ausgesetzt, weil er unter seinen Bestandtheilen keine Salze enthält. Die allgemeinen Eigenschaften sind, daß er mit mineralischen Säuren aufbrauset, im Feuer zu einem weißen Pulver zerfällt, welches bei dem Aufgießen des Wassers sich mit heftigem Brausen löscht. Außer seiner bekannten Benutzung zum Kalkbrennen, wird er auch häufig zu Quadern gehauen, und als solche vermauert. Wegen seiner Härte widersteht er zwar den Stückkugeln besser, als der Backstein: allein, seine Sprödigkeit macht, daß lange und große Stücken ausspringen; man muß daher mit Grund vermuthen, daß eine solche Futtermauer bald würde zerbrochen werden. Leider fehlt es über diesen Gegenstand noch ganz an vergleichenden Versuchen: man kann hier blos sich an die Erfahrungen älterer Kriegsbaumeister halten, obgleich sie alle zu wenig speziell sind, um ein genügendes Resultat zu geben.

b.) Der Marmor, der ebenfalls zu den Kalksteinarten gehöret, jedoch bei weitem nicht die Festigkeit des vorigen hat, findet sich in Deutschland in zu geringer Menge, als daß er bei dem Festungsbau gebraucht werden könnte.

c.) Die Kreide ist, obgleich mehr eine Erd- als Steinart, dennoch derb und zusammenhängend genug, um als Quadern bearbeitet und vermauert zu werden. Die Festungsmauern zu Valette auf der Insel Malta sollen, nach Specle, aus Kreidestein bestehen, und in der Türkischen Belagerung dem Kanonenfeuer vorzüglichen Widerstand geleistet haben. Die Wohlfeilheit dieses Materials, da wo es sich in hinreichender Menge findet, z. B. in Frankreich, an einigen Orten Deutschlands, auf der Insel Rügen u. s. w., eignet es sehr zum Festungsbau. Sollte dieser Kreidestein auch vielleicht in der Witterung sich nicht dauerhaft genug erweisen, würde es dennoch vortheilhaft seyn, ihn gegen ihren Einfluß durch einen Ueberzug von Mauerziegeln zu sichern, worüber jedoch nur allein die Erfahrung entscheiden muß. Zur Kalkbereitung dienet die Kreide eben so gut, als der feste Kalkstein.

d.) Der gemeine Quarz, den man als Feldstein und Kiesel auf der Erde und in Gebirgsflüssen von verschiedener Form und Größe findet, wird gespalten mit Vortheil bei dem Grundbau angewendet. Das Vermauern selbst ist, wegen der unregelmäßigen Gestalt dieser Steine, mit einiger Schwierigkeit verbunden: denn es müßte in Brettkasten geschehen, die bis nach dem völligen Erhärten des Mörtels stehen bleiben. Man begreift leicht, daß der letztere eine vorzüglich sorgfältige Bearbeitung erfordert, wenn die Mauern, deren unregelmäßige Bestandtheile von sich selbst nicht liegen bleiben, die gehörige Standfestigkeit bekommen sollen. Die Alten pflegten daher bei Anwendung der rohen Feldsteine von 3 zu 3, oder von 5 zu 5 Fuß Gurte von

3 Mauerziegeln einzumauern, um das Ganze dadurch in eine genauere Verbindung zu setzen.

e.) Der Feuerstein wird in England und Frankreich häufig zu Aufführung der Gebäude benutzt. Wenn er eben erst aus der Erde kommt, läßt er sich ohne große Mühe spalten, und in eine ziemlich regelmäßige Form bringen. Die große Härte, welche er in freier Luft erlangt, verspricht einen dauernden Widerstand gegen die Stückkugeln, wenn man einen sehr gut bereiteten Mörtel zum Bindemittel wählt, damit die kleinen Kiesel nicht einzeln herausgeschossen werden.

f.) Eben so großen Widerstand gegen Witterung und Kanonenschüsse leistet der Basalt, den man in Deutschland an vielen Orten findet, und der den Hauptbestandtheil der Stadtmauern in den Rheingegenden ausmacht. Wegen seiner natürlich regelmäßigen Form erfordert er nur wenig Bearbeitung, und erhöhet daher, gegen andere Bruchsteine gerechnet, die Baukosten nicht bedeutend.

g.) Ihm ähnlich ist die Lava, die am Rhein und in Italien gefunden, und auf dieselbe Weise benutzt wird.

h.) Zwar macht die Härte des Granits seine Bearbeitung ebenfalls schwierig; dennoch eignet er sich durch eben diese Härte ganz vorzüglich für den Festungsbau, besonders an den dem feindlichen Feuer sehr ausgesetzten Stellen: der Escarpe, den Kasematten in den Flanken, und den Donjeons. Die Futtermauern mehrerer russischer Festungen sind daher auch ganz aus Granit erbauet.

i.) Noch beschwerlicher ist die Bearbeitung des Gneis, noch größer aber auch die Dauer dieses sehr harten Steines.

k.) Auch der Gestellstein, welchen man in Deutschland und Schweden häufig findet, läßt sich als Quader mit Vortheil zu dem Bauen verwenden, wenn er mehr Quarz und wenig Glimmer enthält, weil der letztere schneller verwittert und dadurch den Stein vergänglich macht.

l.) Der Sandstein, dessen Hauptbestandtheil Quarzkörner sind, zerfällt nach seinem Bindemittel in mehrere Unterabtheilungen; sie sind

1) Kieselartiger Sandstein, dessen Quarztheilchen ebenfalls durch Quarz verbunden sind, ist von weißer, weißgrauer oder braunrother Farbe, bald grobem, bald feinem Korn, sehr hart und fest, dem Verwittern nur wenig unterworfen.
2) Der Kalkartige Sandstein, wenn sein Bindemittel reiner Kalk ist, ohne Beimischung von Mergel und Glimmer, folgt in der Härte und Dauer unmittelbar auf den vorhergehenden. Seine Farbe ist weiß, oder gelblich.
3) Der Thonartige Sandstein, dessen Quarzkörner durch feuerbeständigen, reinen Thon zusammengehalten werden, und

nicht selten mit Glimmer durchsetzt sind, hat eine ins Gelbe oder Grünliche fallende weiße Farbe; ist nicht sehr hart, und bei weitem nicht so dauerhaft, als die ersteren beiden Arten. Es findet bei ihm auch die unangenehme Eigenschaft statt, daß er die Feuchtigkeit stark anziehet, und daher die aus ihm aufgeführten Mauern inwendig schwitzen.

4) Der Eisenschüssige Sandstein, der durch Eisenocker verbunden ist, verwittert in der freien Luft sehr bald, und ist deshalb bei den Festungsbauten nicht anzuwenden.

5) Die Grauwacke; hat, neben ihren Hauptbestandtheilen, Quarz und Thon, noch eine Beimischung von Kieselschiefer, Hornblende, Feuerstein, Glimmer und Thonschiefer. Daß sie in der freien Luft bald mehr, bald weniger dauerhaft ist, gehet aus ihrer Mischung hervor, weil von dieser ihre Empfänglichkeit für den Einfluß der Nässe und des Frostes abhängt.

m.) Der Tuffstein endlich, wie die Lava, ein vulkanisches Produkt, giebt da, wo er sich findet, einen guten und sehr dauerhaften Baustein ab. Die Futtermauern von Famagusta, die von Tuffstein aufgeführt waren, sollen nach des Lorini Zeugniß den Stückkugeln außerordentlichen Widerstand geleistet haben.

Steine, künstliche (pierres factives), müssen da, wo es an gewachsenen Steinen mangelt, die Stelle derselben vertreten. Die vornehmsten und gewöhnlichsten sind die Ziegel, von denen weiter unten geredet werden wird. Die zweite Gattung ist unter dem Namen der Luftsteine bekannt, kann jedoch, wie man leicht einsiehet, wegen ihrer geringen Dauer, nicht bei dem Festungsbau angewendet werden; eben so wenig als die sogenannte Piséarbeit.

Noch eine andere Art künstlicher Steine sind die, welche aus $\frac{1}{3}$ frisch gebranntem und gelöschtem Kalk, $\frac{1}{3}$ Sand und $\frac{1}{3}$ klar gestoßenen Ziegeln, Hammerschlag oder Steinkohlenasche, mit grobem Kies, Steingruß, oder Ziegelstücken von der Größe einer Wallnuß geformt, und an einem schattigen Orte getrocknet, eine eben so große, wo nicht größere Dauer beweisen, als die gebrannten Ziegel. Diese künstlichen Steine — zu denen jedoch der Kalk auf eine sorgfältigere Weise (S. oben Artik. Mörtel) bearbeitet werden muß — wiegen, 3 Monath nach ihrer Verfertigung, der Würfelfuß 120 Franz. Pfund. Sie würden da, wo keine Bruchsteine zu haben sind, vielleicht mit Vortheil auf den ausspringenden Ecken der Festungswerke anzuwenden seyn, weil man ihnen die Größe der Quadern geben, und dadurch eine festere Verbindung hervorbringen kann.

Steinbohrer (aiguille oder barre) sind eiserne Werkzeuge der Minirer, an einem oder an beiden Enden gut verstählt und zugeschärft, um die Schußlöcher damit zu bohren. Ihre Länge ist verschieden, von 6 Zoll bis zu 5 Fuß; bei den kleinen, blos an Einem Ende scharf, bedient sich der Minirer des Fäustels oder kleinen Hammers (Massette); sie heißen dann **Steineisen** (pistolet).

Steinfugen (S. das folgende Wort.)

Steinhauerkunst oder **Steinmetzkunst** (Coupe des pierres oder Trait, auch Stereotomie), lehret die natürlichen Steine nach dem gegebenen Riß oder Model (Chablone) zweckmäßig bearbeiten, damit sie ihrer Bestimmung als Gewölb- oder Schlußsteine, bei Treppen, Thüren, Bögen rc. entsprechen. Der rohe Stein wird zu dem Ende vorher ins Gevierte gerichtet (dressé), oder winkelrecht abgeglichen, und entweder so als Quader angewendet, oder nachher in die gehörige Form gebracht; oder man verzeichnet die letztere auf den rohen Stein, und giebt ihm gleich die bestimmte Gestalt. Aus den Bauwerken der Alten gehet hervor, daß sie diese Kunst längst technisch ausgeübt haben, ehe sie wissenschaftlich bearbeitet ward. Das letztere Verdienst gebühret dem Franzosen **Philibert de l'Orme**, Baumeister König Heinrich II, der 1567 über diesen Gegenstand schrieb, dessen nachher auch **Mathurin Joussé** in seinem Bauwerke 1642 beiläufig erwähnte, den aber der **Pater Deran** im folgenden Jahre, mit besonderer Berücksichtigung der Gewölbebögen, ausführlich für die Steinmetzen bearbeitete. Der Architekt **Bosse** stellte jedoch in diesem Jahre eine ganz neue Theorie der Gewölbe nach **Desargues** auf, die aber nur wenig Eingang fand; man hielt sich vielmehr allein an **Derans** Grundsätze, die **de la Rue** 1715 mit Zusätzen herausgab, und wovon auch **Schübler** einen Theil in seinem deutschen, sehr praktischen Bauwerke aufgenommen hat. **Frezier**, Ober-Ingenieur zu Landau, ließ endlich ein ausführliches Werk in 3 Quartbänden über die Fugenschnitte der Gewölbsteine, durch geometrische Construction begründet, drucken, das aber, wahrscheinlich wegen seiner vielen Kupfer, noch keinen Uebersetzer gefunden hat. Die für den Festungsbau nöthigen Fugenschnitte der Gewölbsteine sind unter dem Artikel **Mauerverband** und **Schießscharten** zu finden.

Steinmehl muß von dem Minirer mit dem **Räumlöffel** fleißig aus dem Bohrloche geräumet werden, um das tiefere Bohren zu erleichtern.

Steinmetz S. **Steinhauerkunst**.

Steinmörser (pierrier) sind dem Belagerten nützlicher, als dem Belagerer, weil dieser ein bestimmtes und genau begrenztes Ziel in den Festungswerken findet, gegen das er mit weit größerem Vortheil sich der Bomben bedienet. Gegen die Spitzen der Sappen aber lassen sich, zu Ersparung der Bomben, sehr gut die Steinwürfe gebrauchen, bei denen man das aufgerissene Pflaster der Festung anwendet. Da der Sappirer sich bei seiner Arbeit unmöglich von oben decken kann, wird die letztere durch fortdauerndes Steinwerfen nothwendig erschweret und gehindert. Bei den 1811 in Neisse angestellten Versuchen, wo 1 Centner 12 Pfund schwere Steinkörbe, die 30 bis 40 Steine enthielten, mit $1\frac{1}{2}$ Pfund Pulver aus einem vierzehnzolligen Mörser geworfen wurden, waren (nach Scharnhorst Wirkung des Feuergewehres, 8. Berlin 1813) die Wirkungen folgende:

Elevations-Winkel	Der Erste Stein fiel auf	Der weiteste Stein lag auf	Ausbreitung des Wurfes
60°	122 bis 130 Schritt	208 bis 214 Schr.	221 Schr.
45°	145 bis 162 Schritt	220 bis 385 Schr.	88 bis 216 Schr.

Carnot hat zwar eiserne Kugeln anstatt der Steine zu dem hier angegebenen Gebrauch verlangt; allein nicht nur würde es unmöglich seyn, die zum Ersatz der Steinwürfe erforderliche Menge zwölflöthiger Kugeln herbeizuschaffen: sondern die in St. Petersburg gemachten Versuche haben die geringe Wirkung dieser Kugeln hinreichend erwiesen.

Da Ein Steinwurf beinahe 1 Würfelfuß Pflastersteine erfordert, ergiebt sich aus der etwa während einer Belagerung möglichen Anzahl Steinwürfe (nach **Cormontaigne** 10800.) leicht die erforderliche Menge Steine. (Man sehe auch **Erdwurf**.)

Steinplatten (dalles) dienen zum Fußboden der Batterien in den Thürmen und Donjeons, und zu dem **Mauerband** (w. n. i.) bei Futtermauern.

Stempel, Trempel oder **Thürstöcke.** S. **Minenhölzer.**

Stereotomie. S. Steinhauerkunst.

Stichspaten (louchet), ein bekanntes eisernes Werkzeug der Minirer und Sappirer, dessen Blatt ganz von Eisen und unten scharf ist, damit es um so leichter in die Erde dringt, während der gewöhnliche Gärtnerspaten ein hölzernes Blatt, unten blos mit Eisen vorgeschuhet, hat. Das **Sticheisen** (langue de boeuf) ist ein kleinerer Spaten, ganz von Eisen, um die Erde hinter den Thürstöcken hinwegzunehmen, damit die Verschalung sich hineinschieben läßt.

Stirn des Gewölbes ist die vordere oder hintere, oft offene Seite desselben, daher **Stirnmauer**.

Stockwerksminen (mines à plusieurs étages) müssen allezeit so geordnet werden, daß die kleineren und schwächer geladenen Kammern zuerst springen, und alsdenn die stärker geladenen folgen. Wird die Minenkammer C, Tab XXV. Fig. 296, dergestalt geladen, daß der Durchmesser ihres Trichters A K der doppelten K. W. L. gleich ist: so macht die Seitenfläche des Trichters A C mit der Oberfläche des Glacis einen Winkel von 45°, und die Wirkung jeder andern, auf der Linie A B — welche **Valliere** die Ebne der Minenkammern nennt — liegenden Minen, wird sich in A, ihrem Durchschnittspunkte mit dem Glacis, endigen. Es kommt demnach nur darauf an, daß die Wirkung der obern Minenkammern nicht die, nach den tiefer liegenden, führenden Gänge zerstöhret. Ist nun die Lage von C bei 10 Fuß K. W. L. so bestimmt worden, daß die Brustwehr des bedeckten Weges A D durch die Explosion nicht beschädigt wird; trägt man A C nach A l, um die Linie C c zu bekommen, auf der man die Punkte für die obere Reihe Minenkammern bestimmt, so daß jeder Theil c c der K. W. L. gleich ist. Beschreibt man nun auf c c ein gleichseitiges Dreieck c e c, und macht man e e = 2 c c: bekommt man dadurch die Punkte für die Minenkammern des zweiten Stockwerkes, die durch A E = A e auch auf das Profil getragen werden, und die K. W. L. h E geben. Auf die nämliche Weise läßt sich durch e e = e b auch die Linie für das dritte oder unterste Stockwerk B finden, dessen K. W. L. alsdann B G ist. Um nun zu diesen verschiedenen Kammern zu gelangen, und die Zerstörung der tiefer liegenden Rameaux durch das Springen der obern zu verhüten, hat **Valliere** einen Hauptgang N unter den Auftritt des bedeckten Weges, und etwa 90 Fuß vorwärts derselben eine Einfassungsgallerie gelegt, die beide durch, unter den Einschnitten (gouttières) der Waffenplätze hinlaufende, Gänge zusammenhängen, und aus denen wechselsweise die Rameaux aus- und einwärts nach den Minenkammern laufen. Die Anlage dieses Minengewebes ist zweckmäßig, nur zu künstlich, und würde wahrscheinlich den Nach-

theil eines gänzlichen Luftmangels in den vorderen Gängen und Rameaux mit sich führen, so daß höchst wahrscheinlich die Explosion einer Einzigen die übrigen durch den Rauch unzugänglich machte. Ein zweiter Mangel ist: daß die Kammern des obern Stockwerks nun ihre K. W. L. zu ihrer Entfernung von einander haben, wo sich folglich ihre Trichter kreuzen, und theils eine Menge Pulver unnützerweise verschwendet wird, theils die Beschädigung der nebenliegenden Kammern und Rameaux durch die springenden zu besorgen ist. E h ist überdies keineswegeś die K. W. L.; denn die schon gesprungenen Minen C haben den Erdboden zwischen K A theils herausgeworfen, theils aufgelokkert, so daß die Kammern E nothwendig ihre ganze Richtung gegen A wenden müssen. Endlich kann sich der Feind unbesorgt über den tiefsten Minen B setzen und seine Laufgrabenkatzen erbauen, wo ihm der Belagerte keinen Schaden thun kann, wenn er nicht durch das Spielen jener Minen sich um die ganze unterirdische Vertheidigung bringen will: vorausgesetzt, daß der Feind wirklich so sorglos ist, den Minirer nicht in die Erde zu schicken, um durch ein paar überladene Minen dem ganzen Gewebe das Garaus zu machen. S. Gegenminen.

Stoßramme, bestehet aus einem Rammbären, an dem sich hinten ein Stiel oder Handgriff und an einer Seite ein Ring befindet, um ihn aufhängen und seinem Stoß eine horizontale Richtung geben zu können. Horizontalramme würde daher die angemessenere Benennung dieses Werkzeuges seyn.

Strandbatterien. S. Küstenbatterien.

Strauchwerk wird von einigen Kriegsbaumeistern zu Bepflanzung der Glacis empfohlen, um dem Feinde das Sappiren auf demselben zu erschweren und ein Material zu Faschinen zu verschaffen. Es ist jedoch klar, daß dieses Strauchwerk Gelegenheit giebt, sich darinnen zu verbergen, und daher einen Ueberfall herbeiführen und erleichtern kann. Man sollte daher lieber die Kapitalen des bedeckten Weges mit hochstämmigen Bäumen besetzen, wie bei einigen Französischen und Schlesischen Festungen, die ebenfalls einen guten Vorrath von Holz liefern, und dennoch die Aussicht auf das Glacis nicht hindern, wenn ja die schnelle Einschließung der Festung nicht erlaubt, sie zu fällen.

Streben. S. Hängewerk.

Strebebogen entstehet, wenn die Widerlagen eines Gewölbes von ungleicher Höhe sind, wie bei Treppen ꝛc., so daß eine schiefe Wölbung nothwendig wird. S. Treppen.

Strebepfeiler der Futtermauern (Contreforts) sind prismatische Ansätze an dem hintern Theile derselben, weil sie an der vorderen das Bestreichen der Mauer nach der Länge hindern und dem Feinde verdeckte Räume zu Ansetzung des Minirers darbieten würden. (Fig. 112. Tab. IX.) Sie verstärken ihre Standfestigkeit, indem sie 1) die Masse des Mauerwerks zum Gleichgewicht gegen den Druck der Erde vermehren, und 2) die Grundfläche vergrößern, und jenen Druck mehr vertheilen. Man giebt den Strebepfeilern eine verschiedene Form:

a) hinten und vorn von gleicher Stärke abc, Fig. 300. Tab. XXV.

b) Vorn an der Mauer um $\frac{1}{3}$ breiter als hinten, so daß fi : gh = 3 : 2. Dies ist die gewöhnlichere Form, wie sie Vauban angegeben hat, und wie sie am gewöhnlichsten gemacht werden. Sie haben auf diese Art den stärksten Zusammenhang mit der Mauer, und ist keine Losreißung von derselben zu befürchten.

c) Die von Belidor vorgeschlagene Form ist hinten bei mn breit, so daß po = $\frac{2}{3}$mn, wodurch sie wegen des Widerstandes der hinterwärts wachsenden Flächen pm und on eine größere Standfestigkeit bekommen. Es ist jedoch bei hohen und einen starken Erddruck tragenden Futtermauern zu besorgen, daß der Zusammenhang des Mauerwerkes unterbrochen werde, und der Strebepfeiler sich von der Mauer losreißen könnte, welches weder bei der gleich starken, noch bei der hinten sich verjüngenden Form denkbar ist, daher auch diese beide in Praxi jener vorgezogen sind. Diese Bedenklichkeiten scheinen jedoch alle in die Reihe blos theoretischer Spekulationen zu gehören, und die Gestalt der an den Futtermauern stehenden Strebepfeiler selbst völlig gleichgültig zu seyn.

Vauban macht diese, bei 10 Fuß Höhe der Futtermauern, 4 Fuß lang, und an der Wurzel 3 Fuß dick, und läßt sie auf jede 10 Fuß wachsende Mauerhöhe, in der Länge 2 Fuß, in der Stärke aber 1 Fuß zunehmen, wie nachstehende Tafel zeiget:

Höhe der Futtermauer	Länge der Strebepfeiler	Dicke der Strebepfeiler an der Wurzel	Dicke der Strebepfeiler hinten
10 Fuß	4 Fuß	3 Fuß	2 Fuß
15	5	3 — 6 Zoll	2 — 4 Zoll
20	6	4 — = —	2 — 8 —
25	7	4 — 6 —	3 — = —
30	8	5 — = —	3 — 4 —
35	9	5 — 6 —	3 — 8 —
40	10	6 — = —	4 — = —
45	11	6 — 6 —	4 — 4 —
50	12	7 — = —	4 — 8 —
55	13	7 — 6 —	5 — = —
60	14	8 — = —	5 — 4 —

Der große Praktiker setzte zugleich fest: 1) daß bei schlechtem Mauerwerk die gewöhnliche Stärke der Futtermauer um 1 oder mehr Fuß vermehrt werden müsse; 2) daß die Stärke halber Futtermauern, die nur bis auf ½ oder ¾ der Wallhöhe reichen, eben so bestimmt wird, als ob sie die ganze Höhe des Walles hätten; trägt nämlich die Mauer 15' Fuß aufgeplackten Wall, muß man der Dicke von 5 Fuß noch 3 Fuß zusetzen, daß sie 8 Fuß wird; 3) daß die Strebepfeiler hinten und an den Seiten senkrecht aufgeführet und mit der Mauer gut verbunden werden; 4) daß sie bis an den Mauerkranz, ja, wo möglich, noch über denselben herauf gehen sollen. 5) Haben die Bollwerke Katzen, die nicht über 24 Fuß hinter der Brustwehr liegen: muß die Dicke der Futtermauern auf jede 5 Fuß Höhe der Katze um ½ Fuß vermehret werden, und so auch die Stärke der Strebepfeiler nach Verhältniß. 6) In den vorspringenden Winkeln müssen die Strebepfeiler verdoppelt werden. 7) Die Entfernung der Strebepfeiler von einer Mitte zur andern ist 15 bis 18 Fuß. John Müller macht die Strebepfeiler ¼ der Höhe der Futtermauern lang, ½ Länge breit, und setzt sie 3 mal ihre Breite auseinander.

Da es erwiesen ist, daß die Strebepfeiler die innere Stärke der Futtermauern vermehren, so ergiebt sich, abgesehen von dem Zusammenhange des Mörtels und der Erde, durch die Formel

$$x = -\frac{ph^2e - nlwph}{neph} + \left[\frac{2dsh^3 - dswh^2}{3eph} - \frac{2eph^3 - 3n^2hwpl^2 - 6nwplh^2}{3n^2eph} + \left(\frac{ph^2e + nlwph}{neph}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$ die obere Dicke der Futtermauer.

Hier ist h = AD Höhe der Mauer, ihre obere Stärke = x, die Dichtigkeit des Erdbodens = d = 76 Pfund, die Dichtigkeit des Mauerwerkes = p = 125 Pfd, der Winkel LAD unter welchem die Erde abrollet = r; der Böschungswinkel der Mauer ECB = e, das Verhältniß der Böschungsanlage der Mauer BE zur Höhe CE = $\frac{1}{n}$; die Länge der Strebepfeiler unten As = l; und daher der mittlere Durchschnitt derselben = lw (Fig. 112. Tab. IX.) Denn setzt man 10' = a: wird die Länge der Strebepfeiler $\frac{2a}{5}$, und wächst auf jede $\frac{a}{2}$ um $\frac{a}{10}$; man muß folglich $(h-a)\frac{a}{2}$ zu $\frac{a}{10}$ setzen, um die Länge des Strebepfeilers $\frac{a+h}{5}$ zu bekommen. Die Dicke des Strebepfeilers für die Höhe a ist $\frac{3a}{10}$, die auf jedes $\frac{a}{2}$ um $\frac{a}{20}$ zunimmt, und daher $\frac{2a+h}{10}$ wird, wodurch man für den hintern Theil, der $\frac{2}{3}$ des vordern ist, $\frac{2a+h}{15}$ bekommt, und $w = \frac{2a+h}{12}$ wird. Setzt man, mit Vauban, h = 40', l = 10'; s = 15'; w = 5'; n = 5; so ergiebt sich

$x = -11'33 + \sqrt{128,76} = 10,90' - 11,33' = -0,43'$. Denn bei Gartenerde ist der Druck gegen die innere Seite der Futtermauer = dsh^2, oder nach der Erfahrung, indem man für den Tangenten von r seinen Werth 0,618 setzt, wodurch s = 0,19097 wird, dh^2 (0,19097). Aus dieser Formel folgt, daß schon ein Theil der Mauerböschung allein hinreichet, dem Erdedruck das Gleichgewicht zu halten, und daß man der Mauer unten nur 7 Fuß 7 Zoll Dicke geben dürfte. Abgesehen von den Strebepfeilern aber, würde man

$$x = -\frac{h}{n} + \sqrt{\left(\frac{2dsh^2}{3p} - \frac{2h^2}{3n^2} + \frac{h^2}{n^2}\right)} = -\frac{h}{n} + \sqrt{\left(\frac{2dsh^2}{3p} + \frac{h^2}{3n^2}\right)} = -8' + \sqrt{145,18'} = 12,05 - 8 = 4$$

Fuß bekommen. Ein großer Unterschied in Hinsicht des erfor-

lichen Mauermaterials! — Mayniel (Traité de la poussé des terres) berechnet auf 6 Mètres Länge, bei 11,37 Mètr. Höhe, mit Einschluß des 2 Mètr. hohen Fundamentes, das auf jeder Seite 6 Vorsprung hat, für den

Inhalt der Grundmauer	6,96 Mètres.
— der Futtermauer ohne Böschung	12,28 —
— der Böschung	64,64 —
— eines Strebepfeilers	42,64 —
	126,52 Mètres.
Hat die Mauer keine Strebepfeiler: wird der Inhalt des Fundamentes	22,20 Mètres.
— — der reinen Futtermauer	98,92 —
— — der Böschung	64,64 —
	185,76 Mètres.

welches für den letztern Fall eine Mehrzahl von 1600 Würfelfuß giebt. — Nach in Jülich 1806 und 1807 angestellten Versuchen, wo die Mauerböschung, um das Verwittern der Mauersteine zu verhüten, auf $\frac{1}{20}$ der Höhe gesetzt ward, ergab sich nachstehendes Resultat:

Beschaffenheit der Wallerde	Obere Dicke der Mauer in Einhundert-Theilen der Höhe.				
	Ziegelmauer	Bruchsteine	Quadern	Ziegel u. Bruchsteine.	Gußwerk
Gartenerde	0,099	0,075	0,055	0,086	0,067
Thonerde	0,114	0,088	0,065	0,099	0,078
Gartenerde mit grobem Kies	0,148	0,116	0,087	0,130	0,103
Gartenerde mit klarem Kies	0,109	0,084	0,062	0,095	0,969
Loser Sand	0,209	0,165	0,126	0,184	0,148
Baßschutt	0,090	0,068	0,149	0,078	0,060

Wenn die Futtermauern, außer der hinter ihnen liegenden Wallerde, noch eine Brustwehr über sich haben: muß diese bei Bestimmung der obern Dicke nothwendig mit berücksichtiget werden. Man nenne den Inhalt des Profils der Brustwehr, oder überhaupt die oben auf dem Walle liegende Erdlast a^2; so bekommt man in Beziehung auf die Mauerhöhe h folgende Bestimmungen:

Für Ziegelmauern bei Gartenerde die obere Stärke $h(0{,}099) + \frac{a^2}{n}\ (0{,}401)$.

Für dieselbe bei Thonerde: $h\ (0{,}114) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}449)$.

Für dieselbe bei Gartenerde mit grobem Kies:

$$h\ (0{,}148) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}559).$$

Desgleichen mit Sand: $h\ (0{,}209) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}692)$.

Für Mauern von Bruchsteinen bei Gartenerde: $h\ (0{,}075) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}325)$.

Für dieselbe bei Thonerde: $h\ (0{,}088) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}338)$.

Für dieselbe bei Gartenerde mit grobem Kies: $h\ (0{,}116) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}453)$.

Für dieselbe bei losem Sande: $h\ (0{,}165) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}561)$.

Für Mauern von Quadern bei einer Aufschüttung von Gartenerde: $h\ (0{,}055) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}234)$.

Für dieselbe bei Thonerde: $h\ (0{,}065) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}289)$.

Für dieselbe bei Gartenerde mit untermischtem groben Sand: $h\ (0{,}087) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}361)$.

Für dieselbe bei losem Sand: $h\ (0{,}126) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}446)$.

Für eine Mauer von Bruchsteinen und Ziegeln zusammen, bei einer Aufschüttung von Gartenerde: $h\ (0{,}086) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}358)$.

Für die nämliche Mauer bei Thonerde: $h\ (0{,}099) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}377)$.

Für dieselbe, bei Gartenerde mit Grand: $h\ (0{,}135) + \frac{a^2}{h}\ (0{,}495)$.

Endlich, für dieselbe, bei einer Aufschüttung von Sand:
$h(0{,}184) + \frac{a^2}{h}(0{,}620)$.

Es ist bei den verschiedenen Anschüttungen hier der mit Wasser durchdrungenen Moorerde nicht gedacht worden, weil sie sich überhaupt nicht zum Festungsbau eignet, und naß so gut als keine Standfestigkeit hat, völlig trocken aber so locker wird, daß sie den feindlichen Kanonenkugeln nur geringen Widerstand leistet. Selbst die halb trockene sinket nach einiger Zeit um $\frac{1}{3}$ ihrer Höhe zusammen, und die Brustwehren müssen um so viel höher aufgeführet werden, wenn man sie dennoch anwenden muß.

Bei allen vorhergehenden Berechnungen ist angenommen worden, daß die Strebepfeiler unzertrennlich mit der Mauer verbunden sind, welches jedoch vor der gänzlichen Versteinerung des Mörtels nicht der Fall zu seyn scheinet. Allein, während das Gewicht jedes einzelnen Strebepfeilers die ganze Last der Mauer vermehret, und das Verschieben der letztern auf ihrer Grundfläche hindert: müßte die Hälfte der Steine in der Mitte zerbrochen werden, welche die Mauerhöhe bilden, wenn ein Umsturz statt finden soll. Bei Ziegeln beträgt die Höhe eines Mauersteins etwa $\frac{1}{4}$ Fuß, mit Einschluß der Fuge; nennt man nun die Anzahl Ziegelsteine, welche die Mauerhöhe ausmachen, n: so ist die letztere gleich der Summe der einzelnen Ziegel und ihrer Fugen. Da nun die geringste Mauerhöhe, bei der man noch Strebepfeiler anbringt, 10 Fuß ist; so folgt, daß unter jeder Bedingung 140 und mehr Mauerziegel zerbrochen werden müßten. Nach Herrn Coulombs Erfahrungen ist aber der Zusammenhang der Mauerziegel 280 bis 300 Pfund auf $5\frac{1}{4}$ Quadratzoll, und folglich schon allein hinreichend, hier dem Erddruck zu widerstehen.

Um den Erddruck auf die Futtermauern zu schwächen, und dem Feinde das Brechen derselben zu erschweren, überwölbte schon Speckle, der Vater der deutschen Kriegsbaumeister, seine 16 Fuß aus einander stehenden Strebepfeiler oben mit Tonnengewölben; eine Bauart, die auch von Maggi, Bellei, Gerhard von Herzogenbusch und Trincano empfohlen wird, und die man an mehrern Festungen aus der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts findet, wie bei Pignerol, Vercelli, Zorea, Verva, der Citadelle von Spandau u. a. m. Man füllte dann den innern Raum bisweilen mit Erde aus, bisweilen ließ man ihn leer, um Kasematten und Vertheidigungsgänge zu bekommen. So entstanden die hinten offenen Gewölbe (voutes en decharge), eine deutsche Erfindung! Denn Duvivier machte 1729 in Frankreich den Ersten Vorschlag dazu, mehrere

Gewölbebögen über einander auf die Strebepfeiler zu legen, und den Zwischenraum mit Erde auszufüllen. Seine Idee ward 1742, mit einigen Abänderungen, von dem Ingenieur Querlande aufgenommen, und aus einem vortheilhaften Gesichtspunkte dargestellet; späterhin aber (1784) von Gauthey für seine eigene ausgegeben. Hier ist die, mit $\frac{1}{6}$ äußerer Böschung aufgeführte Futtermauer A B C Fig. 310. Tab. XXV. inwendig von 12 zu 12 Fuß abgetheilet, und mit Bögen P, Q, H, S gewölbet, die auf den Strebepfeilern ruhen, und dadurch die abnehmende Breite derselben bestimmen. Ist demnach, Fig. 311, a b = 4 Fuß, wird cd = $3\frac{1}{4}$ Fuß, und g h = 3 Fuß. Die Strebepfeiler sind oben mit einem Gewölbebogen A G verbunden, stehen 15 Fuß von einander, und sind von vorn bis hinten, E F, 27 Fuß lang.

Untersucht man die Standfestigkeit dieser Bauart theoretisch: wird die Gleichung für das Gleichgewicht des Widerstandes P und des Erddrucks Q, abgesehen von dem Zusammenhange der Erdtheile:

$$Q = \frac{\frac{d h^2}{2} \text{tang} . r + \frac{d h q}{g} - \frac{f d h^2}{2} \text{tang.}^2 r - \frac{f d h q}{g} \text{tang.} r}{\text{tang} . r + f}$$

wo h = 20 die Höhe der Mauer B D; f das Verhältniß der Reibung zum Druck; d = 44,23, die Dichtigkeit der Erde ausdrückt, und der Winkel B D G = K L O = r; endlich M N + M Q etc. = $h' + h'' + h'''$. Die Absätze der Bögen N L = L I = I D = $\frac{h}{g}$; und $h + h' + h''$ etc. = q = 10 h'. Nimmt man an, daß der Wall aus Sand bestehe, wird f = 0,4, und tang r = 0,43; folglich

B G = h tang . r = 20 . 0,43 = 8,60

das man auf 27 Fuß setzen kann, weil Herr Mayniel seine Rechnungen nach Mètres angestellt hat.

Um dem Druck Q = d h (3,43) aufzuwiegen, vorausgesetzt, daß die Strebepfeiler mit der Futtermauer gut verbunden sind und nur Ein Ganzes ausmachen: bekommt man für den Moment des Erddruckes

$$(e-w) \left(\frac{d h^2}{3} . 3{,}43\right)$$

wo die sandige Erde auf das Stück = 5,00 zwischen zwei Strebepfeilern e — w drückt, weil w die mittlere Dicke der letztern = 1,02 an den Untersätzen des Gewölbes ist. Nennt man p die Dichtigkeit des Mauerwerkes, und setzt man den Werth von h' = 4: wird für die Länge e das Moment der Mauer:

$$10 p e^2 + (43{,}12) p e x + (31{,}05) p e,$$

Und

dem man noch das der Untersätze (d. h. der Strebepfeiler) hinzufügen muß, indem man ihre Länge 9 mit l, und ihre Höhe 17 mit m bezeichnet.

Das bombenfeste Gewölbe B G ist 3 Fuß $= 1{,}00$ dick; so auch die Untersätze oder Widerlagen in g h Fig. 311; folglich ist der Halbmesser des Gewölbebogens $\frac{e - 1{,}00}{2}$, und sein Kreis 7,85; daher ist die Trägheit des Gewölbes und seiner Widerlagen $m\,l\,w\,p + p\,l\,(7{,}85)$; ihr Moment aber $[\frac{1}{2} + x + 3{,}91]\,(m\,l\,w\,p + p\,l\,(7{,}85))$.

Setzt man für diese Größen ihre Werthe, wird für den Zustand des Gleichgewichtes

$$(e - w)\frac{d\,h^2}{3}(3{,}43) = 50\,x^2\,p + p\,x\,(442{,}31) + (2061{,}88)\,p;$$

daher $x = -4{,}425 + \sqrt{\;} - 11{,}99.$

Hieraus folgt: 1) daß die oben durch ein Gewölbe zusammenhängenden Strebepfeiler nicht umgeworfen werden können, selbst wenn der Druck des zwischen ihnen liegenden Sandes unmittelbar gegen sie wirkte; 2) daß sie demnach eine mehr als hinreichende Standfestigkeit haben.

Wollte man auch annehmen, daß die Futtermauer nicht mit den Strebepfeilern, oder den Widerlagen des Gewölbes verbunden wäre, sondern diesem nur als Schildmauer diente: würde sich dennoch ebenfalls ein hinreichender Widerstand ergeben, wenn man die Stärke R P $= 4\frac{1}{2}$ Fuß setzet.

Es sei R P $= x$; B D $= h = 12{,}25$; $\frac{d}{p} = 0{,}7077$ und $h' = 4$; so wird der Inhalt

1) der Fläche R P C durch $\left(h'\,x + \frac{(h')^2}{12}\right)$,

2) der Fläche T Q M R durch $\left(x - \frac{h'}{6} + 0{,}81\right)h' + \frac{(h')^2}{12} =$

$$x\,h' - \frac{(h)^2}{12} + h\,(0{,}81),$$

3) der Fläche von V K durch

$$\left(x - \frac{h'}{3} + 1{,}62\right)h + \frac{(h)^2}{12} = x\,h' - \frac{3\,(h')^2}{12} + h'\,(1{,}62)$$

4) der Fläche X H, durch

$$\left(x - \frac{h'}{2} + 2{,}43\right) + \frac{(h')^2}{12} = x\,h' - \frac{5\,(h')^2}{12} + h^2\,(2{,}43)$$

5) endlich der Fläche A B X S durch

$$h'\left(x - \frac{4\,h'}{6} + 3{,}24 + \frac{(h')^2}{12}\right) = h'x - \frac{7\,(h')}{12} + h'\,(3{,}4)$$ ausgedrückt.

Es wird demnach die Länge des Hebelarmes bei der Ersten:

$$\frac{(h'\,x)\cdot\left(\frac{x}{2}+\frac{h}{6}\right)+\frac{(h')^2}{12}\cdot\left(\frac{2\,h'}{18}\right)}{h'\,x+\frac{(h')^2}{12}}$$

bei der zweiten T M:

$$\frac{h'\left(x-\frac{h'}{6}+0{,}81\right)\cdot\left(\frac{x}{2}-\frac{h'}{12}+\frac{0{,}81}{2}+\frac{h'}{3}\right)+\frac{(h')^2}{12}\cdot\left(\frac{5\,h'}{18}\right)}{x\,h'-\frac{(h')^2}{12}+h'\,(0{,}81)}$$

bei der dritten V K:

$$\frac{h'\left(x-\frac{h'}{3}+1{,}62\right)\cdot\left(\frac{x}{2}-\frac{h'}{6}+\frac{1{,}62}{2}+\frac{h'}{2}\right)+\frac{(h')^2}{12}\cdot\left(\frac{8\,h'}{18}\right)}{x\,h'-\frac{3\,(h')^2}{12}+h'\,(1{,}62)}$$

bei der vierten X H:

$$\frac{h'\left(x-\frac{h'}{2}+2{,}43\right)\cdot\left(\frac{x}{2}-\frac{h'}{4}+\frac{2{,}43}{2}+\frac{2\,h'}{3}\right)+\frac{(h')^2}{12}\cdot\left(\frac{11\,h'}{18}\right)}{x\,h'-\frac{5\,(h')^2}{12}+h'\,(2{,}43)}$$

bei der fünften A S:

$$\frac{h'\left(x-\frac{4\,h'}{6}+3{,}24\right)\cdot\left(\frac{x}{2}-\frac{2\,h'}{6}+\frac{3{,}24}{2}+\frac{5\,h'}{6}\right)+\frac{(h')^2}{12}\cdot\left(\frac{14\,h'}{18}\right)}{x\,h'-\frac{7\,(h')^2}{12}+h'\,(3{,}24).}$$

Dadurch bekommt man für das Gleichgewicht

$$\frac{d\,h^2}{3}(3{,}43)=10\,p\,x^2+(43{,}12)\,p\,x+(31{,}05)\,p,$$

und daher

$$x=-2{,}16+\sqrt{\left[\frac{d\,h^2}{3\,p}(0{,}343)-3{,}11+(2{,}16)^2\right]}=1{,}54$$

oder $4\frac{1}{2}$ Fuß, wie vorher.

Weil bei dieser Construction die Mauerbögen S, H, M, Q nicht so, wie die obern Gewölbe B G zu dem Widerstande der Futtermauer helfen: hat der bekannte Ingenieur Carnot die schon vorher erwähnten hinten offenen Gewölbe (voutes en decharge) wieder ans Licht gezogen; und sie zugleich als Defensivkasematten benutzt. Da die Länge der Gewölbe hier nicht gleich zu seyn nöthig hat, sondern durch die Erdböschung Y Z Fig. 309 bestimmt wird: giebt man dem obersten Gewölbe die Länge g h. Das zweite e f durchschneidet die nun sich ergebende neue Böschung h a', so wie das dritte, kürzeste, die Bö-

schung f a". Die Schildmauer hat nun Nichts von dem Erddruck zu tragen, und kann daher 1) völlig senkrecht aufgeführet, und 2) von willkürlicher Stärke gemacht werden. Man siehet jedoch leicht, daß die Verringerung der Mauerstärke wegen der feindlichen Stückkugeln nicht zu weit getrieben werden darf. Wenn auch ein solcher Wall sich nicht brechen läßt, theils weil die Widerlagen mit zu dem Gegendruck beitragen, theils weil die obere Wallerde auf den stehenden Gewölben liegen bleibt; würden doch wenig Schüsse hinreichen, die Schildmauer zu fällen, und dadurch die niedere Vertheidigung des Walles unbrauchbar zu machen. Nur dann, wenn die Gewölbe für Geschütz eingerichtet sind, und die Mauer dem feindlichen Feuer einen angemessenen Widerstand entgegen setzt, werden dergleichen hinten offene — d. h. nicht an den Erdwall gelehnte, sondern durch denselben hindurch gehende — Gewölbe (voutes en decharge) wirklichen Nutzen gewähren und das Widerstandsvermögen der Festung erhöhen. S. Defensivkasematten.

Man hat jedoch nicht allezeit die Strebepfeiler überwölbet; schon Coehorn schließt ihre Zwischenräume mit horizontalen Bogen, die dem Erddruck entgegen streben. (S. Bollwerksohr.) Als ein Theil der Befestigungen von Sedan 1805 am Bollwerk Sillery geschleifet ward — dessen Erbauung sich aus den Zeiten des Vikomte von Turenne herschreibet, und das daher etwas über 200 Jahr alt ist — fand sich die Futtermauer mit $\frac{1}{4}$ ihrer Höhe c m = 10 Fuß rückwärts hängend, und war von unten bis oben 5 Fuß dick a b, so daß die äußere und innere Seite a c und b d einander gleich liefen. Fig. 301. Diese Mauer hatte, 13$\frac{1}{2}$ Fuß von einer Mitten zur andern, Strebepfeiler i e f k, Fig. 302, die durch halbe Kreisbögen h d i zusammen hingen, und das Rückwärtsfallen der Mauer verhinderten.

Die Länge der Strebepfeiler war unten von d bis l, Fig. 301, 19 Fuß, und oben, von b nach n, 9 Fuß. Ihre Dicke betrug 4 Fuß = i k, und folglich der Durchmesser des halben Cylinders h i, 10$\frac{1}{2}$ Fuß.

Untersucht man die Standfestigkeit dieser Mauern, so ergiebt sich für das Gleichgewicht: $(4{,}50)\ d\,h^2\ (0{,}0508) = d\,h\ (4{,}06) + p\,h\,x\ (1{,}75) + p\,h\,x\ (2{,}04) + p\,h\ (3{,}26) + p\,h^2\,x\ (0{,}45) + p\,h\,x^2\ (2{,}25) = p\,h\ (7{,}32) + p\,h\,x\ (8{,}29) + p\,h\,x^2\ (2{,}25)$; dadurch wird $x^2 + x\ (3{,}70) = (6{,}58)$, und $x = 1{,}51$ Meter oder 4 Fuß. Daraus erhellet, daß die Mauerdicke von 5 Fuß in jeder Rücksicht hinreichend ist.

Herr Lemaire schlug 1737 zwei verschiedene Arten vor, die Strebenpfeiler anzubringen: a) mit 6 Fuß Abstand von einander, bei 8 Fuß Länge, 4 Fuß Stärke an der Wurzel und

$2\frac{1}{2}$ Fuß hinten. Er hielt dann 4 Fuß Dicke, mit $\frac{1}{8}$ der Höhe zur Böschung, für hinreichend bei einer 30 Fuß hohen Mauer. b) Halbrunde Thürme a b c von 9 Fuß Radius b q, Fig. 303, anstatt der Strebepfeiler, die hier durch das Zusammentreffen zweier Thürme c a d gebildet werden, 4 Fuß stark, 6 Fuß lang sind: da die Thürme selbst nur 2 Fuß Dicke i b haben. Diese Thürme sollten inwendig mit Erde ausgestampft werden, und scheinen die Standfestigkeit der Mauer sehr zu erhöhen, weil wegen der Verstärkung bei a f keine Trennung des Strebepfeilers von der Mauer statt finden kann. Diese müßte allezeit in d g oder l k geschehen, und würde 1) durch die Reibung in e m und d g, 2) durch die Beständigkeit der bogenförmigen Mauer d i k verhindert werden. Wäre auch das Stück g d l k durch das Feuer der Breschbatterien eingestürzt: kann doch blos die zwischen q und i befindliche Erde nachfallen; der Wall hinter b hingegen bleibt unverändert, und muß erst durch Brechen der Mauer i b gefället werden. Charpentier des Palus wiederholte 1742 diesen Vorschlag; und Mauniel glaubt: man werde durch Zuwölben der Bögen mit halben Kuppeln b x m Fig. 304, die Festigkeit der Mauer noch bedeutend verstärken. Bei diesen ist d f = o v = o g; ferner g h = b p (Fig. 305), der Winkel K C i = 106° 15'. Dieser Einrichtung, durch welche sich der Raum zwischen den Strebepfeilern in eine Gallerie verwandelt, stehet jedoch der bedeutende Aufwand entgegen, welchen ein solcher Bau nothwendig herbei führen muß, und der allein durch die kräftigere Vertheidigung einer Geschützkasematte aufgewogen werden kann. Bei dieser ist es jedoch vortheilhafter, und selbst nothwendig, sie hinten nicht zu verschließen, sondern ganz durch den Wall hindurch gehen zu lassen, um dem Rauche einen desto freiern Abzug zu verschaffen.

Streichlinie (ligne de defense) oder **Vertheidigungslinie** gehet von der Ecke des Polygons durch das Ende des Perpendikuls A M Fig. 2, und bestimmt die Lage der Facen und Flanken des Bollwerkes. Sie wird gewöhnlich auf 60 Ruthen oder 120 franz. Klaftern gesetzt, weil man die Schußweite des Infanteriegewehres dabei berücksichtiget. Denn 1) muß man die Vertheidigung nach Möglichkeit vermehren, und kann folglich in den bestreichenden Werken Geschütz- und Klein-Gewehrfeuer zugleich anbringen. 2) Können Umstände eintreten, welche die Vertheidigung durch das Geschütz unmöglich oder wenigstens unzureichend machen. 3) Wird durch die zu sehr verlängerte Streichlinie die Courtine zu lang, es sind daher mehrere Aussenwerke nöthig, sie zu decken, die Zwischenräume geben, durch welche man in jene Breschen schießen und die Ab-

schnitte in den Bollwerken umgehen kann. Die Streichlinie noch kürzer zu machen, wie es fast vortheilhaft scheint, da bei der gewöhnlichen Flinte des Infanteristen über 200 Schritt auf keine große Wirkung zu rechnen ist, würde deshalb nicht angehen, weil dadurch die übrigen Linien des Umrisses zu kurz und die Werke zu enge werden würden.

Es giebt sogar Fälle, wo die Umstände es erlauben, eine bedeutend größere Länge der Streichlinie anzunehmen, wenn man bei vorliegenden Werken bloß auf die Vertheidigung durch Kanonen zu sehen hat. Man kann sie in diesem Falle auf 100 bis 160 Ruthen setzen, je nachdem das vor- oder neben liegende Werk durch den Kartätschen- oder Kugelschuß vertheidiget werden soll. Eine noch größere Länge der Streichlinie ist jedoch unzulässig; denn sobald die Entfernung des zu vertheidigenden Punktes schon die wirksame Kanonenschußweite übersteigt, ist auf keinen Erfolg gegen die, noch 200 bis 300 Schritt weiter abliegenden, Belagerungsarbeiten zu rechnen.

Liegen mehrfache Flanken über einander, wird den niedrigern die gewöhnliche Länge der Streichlinie gegeben, und die höhere alsdann durch den erforderlichen innern Raum bestimmt.

Da die Streichlinie überhaupt die Richtung des Schusses zur Vertheidigung und Unterstützung anderer Werke angiebt, ist sie entweder streichend (rasante), wenn die bestrichenen Linien mit ihr gleichlaufend sind; oder einbohrend (fichante) wenn ihre Richtung einen Winkel mit jenen macht. Trifft die aus der Bollwerksspitze gezogene Streichlinie demnach nicht in den Courtinenwinkel, sondern auf die Courtine, so entstehet eine Nebenflanke (w. n. f.). Bei den Zangenwerken endlich ist die Streichlinie immer zugleich die Face; sie darf deshalb hier nie über 50 Klaftern lang seyn, um die Spitze noch mit einem wirksamen Musketenfeuer vertheidigen zu können.

Streichwehr. S. Flanke.

Streichwinkel (angle flanquant) entstehet durch das Zusammenstoßen der Flanke oder der Nebenflanke und der Streichlinie; A G D Fig. 2, Tab. I.; P x A Fig. 139 Tab. XII. Er heißt auch wohl der innere Streichwinkel, zum Unterschied des äußern Streichwinkels A M B, Fig. 134 Tab. XII und A C B Fig. 90 Tab. VIII, der auch der Tenaillen- oder Zangenwinkel genannt wird. Dieser Winkel muß immer ein rechter, oder größer als ein rechter seyn; theils damit die Soldaten bei der Vertheidigung gerade aus schießen können; theils, damit die Ausbreitung der Kartätschkugeln sich auf die Länge der

bestrichenen Linie nicht über die Brustwehr hinein erstrecket, wenn die bestreichende Linie (Flanke) mit ihr auf gleichem Horizonte oder höher liegt. Es beträgt nämlich nach Scharnhorsts Erfahrungen die Ausbreitung der Kartätschkugeln auf 100 Schritt Schußweite 25 Fuß, oder auf die gewöhnliche Länge der Streichlinie 75 Fuß, wodurch der Streichwinkel um 6° 6′ vergrößert wird, und die Flanke mit der Courtine einen Winkel von 114° 32′ machen muß;

denn kleiner Winkel	=	18° 26′
Streichwinkel	=	90 —
Ausbreitung der Kartätschen	=	6 6
		114° 32′

Hieraus folgt: daß die rechtwinkliche Stellung der Flanken auf die Streichlinie, wie sie Pagan und Bousmard angegeben haben, nur eben noch zulässig ist, und daß man die Oeffnung des Streichwinkels, sowohl bei dem Umriß mit Bollwerken als mit Zangen, um 6° 6′ vergrößern sollte. Vauban machte seine Flankenwinkel, wie die frühern Baumeister, 100°; wodurch, bei einem kleinen Winkel von 18° 26′, der Streichwinkel 81° 34′, und die Vertheidigung einbohrend gegen die Face wird. Auch Cormontaigne und die neuern Franzosen behielten diese Stellung zum Theil bei, und St. Paul verspricht sich große Wirkung von einem einbohrenden Schusse gegen die Bresche, gegen den sich zu decken jedoch dem Feinde gar nicht schwer wird.

Strohseil, ward ehedem zu dem Abstecken der Festungswerke und der Laufgräben gebrauchet. Weil jedoch die dazu nöthige Haspel die Arbeit erschweret und langsamer macht: werden mit größerm Vortheil schwache Schnüre zu diesem Behuf angewendet.

Stückkeller. S. Kasematten.

Stumpfe Winkel. S. Ausspringende Winkel; Bollwerke und Polygonwinkel.

Sturm (Assaut) ist die letzte Gewaltthat des Belagerers, um sich des angegriffenen Festungswerkes zu bemächtigen, und — wenn letzteres ein Theil des Hauptwalles ist, — vielleicht die Eroberung der Festung selbst damit zu verbinden, oder wenigstens ihre Uebergabe herbei zu führen.

Ehe man den Entwurf zu einem Sturme machen kann, muß man sich von der Beschaffenheit des Festungswerkes, von den Hindernissen, auf welche man etwa stoßen kann, von der

Stärke und dem Zustande der Vertheidiger, mit Einem Worte: von allen Dingen so genau als möglich unterrichten, die einigen Einfluß auf das Gelingen des Unternehmens haben können. Nur im Verfolg dieser Untersuchung lassen sich die Anstalten zum Sturm treffen, die nach der verschiedenen Art und Einrichtung der Werke nothwendig auch mancherlei Abänderungen erleiden.

a) Auf den bedeckten Weg läßt sich kein Sturm mit gegründeter Aussicht eines glücklichen Erfolges unternehmen, wenn er eine doppelte Pallisadirung hat; wenn sich ein sicheres, nicht leicht zu nehmendes Reduit im Waffenplatze des eingehenden Winkels findet, wie in Metz, Thionville, Luxemburg rc.; ja, selbst bloße Tambours (w. n. i.), oder vielleicht eine krenelirte Mauer hinter der Cünette, welche den sich hinten flach verlaufenden bedeckten Weg in der Nähe bestreicht, werden ein solches Unternehmen sehr erschweren. S. Couronnement.

b) Gegen das Ravelin, muß man untersuchen: 1) ob bei einem trockenen Graben der Uebergang wenigstens 15 Fuß Breite hat, und ob die Brustwehr hoch und stark genug zur Deckung gegen die Flankenschüsse ist? 2) Bei einem Wassergraben muß man sich von der hinreichenden Stärke der Brücke oder des Dammes unterrichten, die 12 Fuß Breite und eine schußfreie Brustwehr haben müssen. 3) Ob die Sturmlücke auch wirklich ersteiglich ist; außerdem man noch eine Zeitlang mit Schießen fortfahren läßt. 4) Wenn oben auf der Bresche noch ein Stück Brustwehr stehet, muß man sie vollends durch Kanonen und Haubitzgranaten abkämmen. 5) Muß man die äußere Böschung der Brustwehr genau besichtigen: ob man keine Spuren der vom Feinde gemachten Abschnitte entdeckt. Hat er unterlassen, die Brustwehr selbst zu durchbrechen, um jene bis an die Escarpe zu führen: kann man auf der Brustwehr entlang gehen, um die Abschnitte im Rücken zu nehmen. 6) Sucht man durch die Gefangenen oder Ueberläufer die Gestalt und Größe der Abschnitte zu erfahren; auch ob sich Minen unter der Bresche, oder überhaupt unter dem Walle befinden. 7) Endlich läßt sich aus der Vertheidigungsweise und Haltung des Feindes auf seine Stärke und Standhaftigkeit schließen, und dann auf alle diese Prämissen der Angriffsentwurf begründen.

Die nöthige Zahl der Arbeiter wird durch die Größe der Arbeit bestimmt; wäre z. B. diese:

2 Laufgräben, jede 5 Ruthen lang,	10 Ruthen
der Festsetzungsgraben (nid de pie)	10 —
	20 Ruthen;

würden dazu 120 Arbeiter, jeder mit Einem Schanzkorb, einer Schaufel und Hacke versehen, erfordert. Man setzt ihre Anzahl auf 150 Mann und giebt ihnen 3 Ingenieure zu, von denen

Einer

Einer das Logement, und die beiden andern die Verbindungsgräben machen lassen. Einige Minirer sind noch besonders bestimmt, die Eingänge der Gegenminen aufzusuchen, und wenn sie dergleichen finden, die Zündwurst abzuschneiden. Eben so sind bei jeder zum Sturm kommandirten Truppenabtheilung einige geschickte und entschlossene Arbeiter, mit Brechstangen, großen eisernen Hämmern und Aexten versehen, um die Thüren, Gatterthore, spanischen Reiter rc. zu öffnen.

Die stürmenden Truppen werden gewöhnlich doppelt so stark als die Besatzung des angegriffenen Werkes angeordnet, mit einer gleichen Anzahl als Rückhalt. Befänden sich nämlich in einem Ravelin, Contregarde rc. z. B. 150 Mann, und wäre das Reduit mit 50 Mann besetzt: würde man 400 Mann zum Sturm und eben so viel als Reserve aufstellen müssen. Als allgemeine Bemerkung gilt dabei: daß man der stürmenden Kolonne eine möglichst breite Front giebt, um dadurch schneller eine größere Anzahl Truppen auf Einmal ins Gefecht zu bringen.

Die Truppen werden am äußern Grabenrande bereit gehalten, um auf das bestimmte Zeichen über den Graben gehen, die Bresche ersteigen, und den oben stehenden Feind zurückwerfen zu können. Die Reserve folgt ihnen, und bleibt am obern Rande der Walltrümmer stehen, oder unterstützt die Stürmenden, wenn es nöthig ist.

Man hüte sich ja dabei, den Sturm auf irgend ein vom Feinde besetztes Werk mit zu wenig Truppen zu unternehmen: um nicht Gefahr zu laufen, das Unternehmen aufgeben zu müssen, wie bei Freiburg 1744, wo die Franzosen sich mit bedeutendem Verluste aus dem eroberten Bollwerk zurück ziehen mußten, und wo sie sogar sich kaum in dem neben liegenden Ravelin behaupten konnten, weil sie keine Gemeinschaft hatten, und der, von den Bomben sehr durchwühlte Graben mit zwei Fuß Wasser angelassen worden war.

Aus demselben Grunde mißlang 1745 bei der Belagerung von Tournay der Erste Sturm auf das Hornwerk Courtoni, dessen Ravelin doch schon von den Belagerten verlassen und von den Franzosen besetzt worden war. Man beschloß daher, einen zweiten Sturm mit aller Kraft zu machen, weil man die Stärke und Entschlossenheit des Feindes geprüft hatte. Um nun beide Breschen des Hornwerkes zugleich angreifen zu können, und eines glücklichen Erfolges versichert zu seyn, ward mit Genehmigung des Marschalls von Sachsen folgender Entwurf gemacht:

„16 Grenadier-Kompagnien (die damals 48 Gemeine stark „waren) marschiren auf das Hornwerk Courtoni, 8 zur Rechten und „8 zur Linken, und suchen dasselbe, ohne einen Schuß zu thun, „bloß mit dem Bajonet, zu erobern. Auf jeder Seite des An-

„griffs befinden sich 4 Minirer, um die etwanigen Minen auf„zusuchen, und die Zündwürste hinweg zu nehmen. Der Gre„nadier-Angriff wird in 2 Theile getheilt: einer geht auf die „Abschnitte los, und der andere umgeht auf der Brustwehr der „Facen und Flanken die Verschanzungen."

"16 andere Grenadier-Compagnieen dienen den erstern „16 zur Unterstützung, setzen sich aber nur auf ausdrücklichen „Befehl des den Angriff leitenden Generals in Bewegung. „Sie haben 16 Piquete, 8 zur Rechten und 8 zur Linken, hin„ter sich; zugleich bewachen auf jedem Flügel 2 Bataillons die „Flanken, und gehen einem etwanigen Ausfall entgegen. So„bald die Grenadiere in dem Hornwerk sind, folgen ihnen 500 „Arbeiter, nebst 5 Sappeur-Brigaden auf dem rechten, „und eben so viel auf dem linken Flügel. Diese ziehen vor dem „Eingange mitten auf der Courtine, von 7 Ingenieuren ange„führt, auf dem Wallgange, 9 Fuß hinter der Brustwehr, „rechts und links eine Parallele, die sie durch 2 oder 3 Schlä„ge mit der Sturmlücke verbinden, und zugleich das Logement „auf den Facen der halben Bollwerke verlängern; hierzu, wie „zu dem Ebnen der Sturmlücke, und Bereitung eines bequemen „Aufganges, sind sie in Sectionen von 50 Mann, jede unter „Einem Ingenieur-Offizier, getheilet."

„25 Arbeiter von der Artillerie und 2 Sappeurbrigaden wer„den unmittelbar nach Vertreibung des Feindes die Brücken in „gehörigen Stand setzen, und die Eingänge des Hornwerk-Ra„velins und des Hornwerkes erweitern."

„Wenn die Ersten Grenadier-Abtheilungen den Feind aus „dem Hornwerke geworfen haben: lassen sie denselben durch 4 „Kompagnien verfolgen, und legen sich in Schlachtordnung am „Fuße des Walles platt auf die Erde, bis das Logement im „Stande ist sie aufzunehmen, welches nach 3 Arbeitsstunden „der Fall seyn wird. Das Logement wird nachher durch 600 neue „Arbeiter bis auf 15 Fuß Breite und 7 Fuß Tiefe gebracht."

„Da der Feind zu Schonung seiner Truppen des Morgens „einen Theil der Besatzung des Hornwerkes zurückzieht: soll der „Angriff genau um 7 Uhr seinen Anfang nehmen."

Der Sturm gelang vollkommen, mit einem Verlust von 150 Mann, durch die Thätigkeit und Entschlossenheit der Ingenieurs, obgleich sich über 2000 Mann im Innern des Hornwerkes unter einem lebhaften Kartätschen- und Gewehrfeuer entwickelten. Nach 2 Stunden waren die Logmenter fertig; die Arbeiter zogen sich zurück, und die Truppen traten ein.

Sturmbalken (hérisson foudroyant, auch cheval d'artifice), ein etwa 12 bis 16 Zoll dicker, ausgehöhlter und mit Pulver angefüllter Baum, an den ringsherum Granaten befe-

stiget sind, und den man vermittelst zweier kleiner Räder über die Sturmlücke hinab auf den Feind laufen läßt. Die Verfertigung dieses nicht mehr üblichen Kunstfeuers gehöret für die Artillerie.

Sturmbänder (Contrevents) sind schräge Streben bei Dach- und Wandverbindungen, um das Sparrenwerk gegen den Windstoß zu sichern.

Sturmbock (belier), ein Kriegswerkzeug der Alten, das aus einem 3- oder 4füßigen Gestelle bestand, zwischen dem ein 80 Fuß langer Balken, vorn mit einer eisernen Spitze versehen, aufgehangen war, um die Mauern feindlicher Schlösser damit zu brechen.

Sturmbret (hersillon), ein mit eisernen Spitzen besetztes Bret von willkürlicher Größe, deren mehrere neben einander, als Annäherungshinderniß, auf die Bresche gelegt und mit Pfählen befestiget werden.

Sturmbrücken (Sambuques) dienen bei Wassergräben zum Uebergang, und waren bei den Alten von verschiedener Einrichtung im Brauch. Seitdem jedoch mit der Verbesserung der Artillerie eine neue Art des Angriffes und der Vertheidigung eingeführet ist, sind die Sturmbrücken zugleich mit den Wandelthürmen der Alten abgeschafft worden.

Sturmeggen (herses) können gewöhnliche Eggen mit eisernen Spitzen seyn, die man wie die Sturmbretter anwendet, w. n. i.

Sturmflegel (fleau), ein Dreschflegel mit starken eisernen Spitzen besetzt, der wohl noch zu Vertheidigung der Bresche anwendbar wäre, wenn überhaupt die Befehlshaber und Soldaten der Besatzung Energie genug zu dieser Vertheidigung haben.

Sturmgatter. (S. Fallgatter.)

Sturmhaspel ist der veraltete Name des auf einem 7 Fuß hohen Rade beweglichen spanischen Reiters (siehe dies Wort), womit bisweilen die Eingänge der Außenwerke verschlossen werden.

Sturmigel. S. Sturmbalken.

Sturmkolben. S. **Sturmflegel.**

Sturmleitern. S. **Leitererſteigung.**

Sturmlücke. S. **Breſche.**

Sturmpfähle (fraises) werden bisweilen an den Wällen ſolcher Außen- und Vorwerke angebracht, die keine oder eine zu niedrige Futtermauer haben; ſo wie bei den während der Belagerung auf der angegriffenen Seite gemachten Abſchnitten. Man macht ſie rund, 6 bis 8 Zoll dick und 6 Fuß lang. Sie werden unten auf eine Schwelle geleget, und eine zweite Schwelle wird hinten quer über ſie feſt genagelt. Ein Zimmermann mit 2 Handlangern kann täglich 88 Sturmpfähle zuſpitzen und einlegen, 22 auf die laufende Ruthe gerechnet.

Obgleich die Sturmpfähle allerdings die Erſteigung eines Erdwalles verhindern, haben ſie doch zwei weſentliche Nachtheile: 1) daß ſie von den enfilirenden Schüſſen des Feindes häufig getroffen und abgeſchlagen werden; 2) daß der ſtürmende Feind unter ihnen, gegen das Feuer der Beſatzung völlig gedeckt, ſtehen und ſie herunter hauen kann. Andere Annäherungshinderniſſe, wie Palliſaden, Pfählchen ꝛc. ſind ihnen daher weit vorzuziehen.

Sümpfe. S. **Ueberſchwemmung.**

Surbaissée (voute). S. **Verdrucktes Gewölbe.**

Surhaussée. S. **Ueberwölbt.**

Syſteme. S. **Umriß.**

T.

T iſt diejenige Form der Minengänge, wo die Rameaux ſenkrecht von dem Hauptgange A B abgehen, B C und B D, ſo daß ſie im Grundriß

```
    B
C───┬───D
    │
    │
    A
```

durch ein T vorgeſtellt werden. Man bedienet ſich dieſer Minenanlage beſonders gegen die Breſch- und Contrebatterien, und ziehet ſie den geraden Minengängen vor, ſobald man gleichlaufend mit dem Hauptgange eine Reihe Minenkammern anlegen will: weil man in dieſem Falle einer weit kürzern Linie Rameaux bedarf. **Halbe T**

Mine heißt der Gang hingegen, wenn er nur Einen Schlag B C von der ursprünglichen Richtung A B machet

B — C. Man bedienet sich dieser Art, so oft es nöthig wird, neben einem schon vorhandenen Rameau A B eine
A Mine springen zu lassen: oder wenn man aus Gründen diesen Rameau erhalten und deshalb die Pulverkammer von demselben entfernen will. Hieraus folgt demnach, daß die Länge der Nebenäste B C und B D nie unter $1\frac{1}{2}$ bis 2 Längen der K. W. L. seyn darf.

Tablettes, heißen die flachen, gehauenen Steinplatten, welche auf der Futtermauer liegen, und das Mauerband w. n. i. bilden.

Tablice. S. Zugklappe.

Tagebuch (Journal) muß sowohl bei der Belagerung als bei der Vertheidigung einer Festung auf das genaueste und sorgfältigste geführet werden, mit Hinweisung auf einen zugehörigen Grundriß, auf dem alle — sowohl diesseitige als feindliche — Arbeiten genau bemerkt sind. Diesem Tagebuche werden die Entwürfe und Dispositionen beigefüget, um einen steten Ueberblick dessen zu haben was geschehen sollte, und dessen was wirklich geschehen ist.

Talus. S. Böschung.

Tambour ist in der Befestigungskunst eine Verschanzung von Pallisaden, um in den aus- oder eingehenden Winkeln des bedeckten Weges als Reduit zu dienen, den Eingang irgend eines Werkes zu verschließen u. s. w. Man setzet zu dem Ende 12 Fuß lange, 10 bis 12 Zoll dicke Hölzer 4 Fuß tief in die Erde und dicht neben einander, indem man von 4 zu 4 Fuß Schußspalten anbringt.

Um die Besatzung gegen die Steine und Granaten von oben zu schützen, wird der Tambour mit einem Schirmdach aus 2 bis 3 Zoll dicken Dielen versehen, E Fig. 217 Tab. XVII; zu welchem Ende man von 6 zu 6 Fuß einen Riegel, mit einer Strebe von 4 Zoll ins Gevierte, anbringt.

Die Größe des Tambours hängt von der ihm bestimmten Besatzung ab: für 25 Mann bekommt jede Seite 30 Fuß, und die Kehle doppelt so viel, für 40 Mann aber kann man jeder Seite 42 Fuß geben. Im vorspringenden Winkel des bedeckten Weges, dessen Vertheidiger sich längs der Seite zurück ziehen müssen, bekommt der Tambour keine Eingänge, sondern hat seine Verbindung durch die Kehle; in den eingehenden Win-

keln hingegen sind 2 Gatterthore nothwendig, für den Rückzug der Besatzung des Waffenplatzes.

Zu einem Tambour von 8 Ruthen wird an Holz erfordert:

1152 laufende Fuß, oder 96 zwölffüßige Balken, 6 und 12 Zoll stark;

204 laufende Fuß, oder 17 Balken von 12 Fuß lang, 6 Zoll breit und hoch;

384 laufende Fuß Dielen von 12 Zoll Breite und 2″ Stärke.

Hierüber noch:

72 laufende Fuß, 12 Zoll ins Gevierte haltende Hölzer, um die Auffahrt zu verblenden, wenn es, wie gewöhnlich, im ausspringenden Winkel an einer Treppe fehlt;

$\frac{1}{6}$ des ganzen hier angegebenen Holzes zu Ausbesserung der etwa vorkommenden Beschädigungen.

Weil es immer beschwerlich und zeitraubend ist, während der Belagerung die Tambours auf der angegriffenen Seite zu verfertigen: würde man sie schon lange vorher von Ziegeln aufmauern können. Obgleich sie jedoch in keinem Falle über das Glacis empor ragen dürfen: werden sie doch häufig durch die Senkschüsse der Ersten Batterien getroffen, und dürfen daher nicht füglich unter $2\frac{1}{2}$ Fuß dick gemacht werden. Damit der Feind nicht an die Schießlöcher reichen kann: wird ein 5 bis 9 Fuß tiefer und 12 bis 15 Fuß breiter Graben herum gezogen, und auf seinem Grunde mit Pfählchen besetzt.

Temoin. S. Zeiger.

Tenaille oder Zangenwerk heißt diejenige Form des Festungsumrisses, welche bloß aus eingehenden und vorspringenden Winkeln ohne Flanken bestehet. Diese werden dadurch entbehrlich, daß die Seiten des ausspringenden Winkels die des nebenliegenden völlig bestreichen, und ihnen zu Flanken dienen. Obgleich daher der Umriß mit Bollwerken (Fig. 2 Tab. I) an die Stelle der alten Städtebefestigung trat, und lange die einzige Befestigungsweise war, hat man ihm — nach Vaubans Grundsätzen ausgeführt — nicht ganz mit Unrecht, vorgeworfen:

1) daß der bedeckte Weg nicht genugsame Unterstützung hat, und daher nicht gehörig vertheidiget werden kann;

2) daß die Raveline die Schultern der Bollwerke frei lassen, und der Belagerer zwischen der Grabenscheere hindurch die Courtine brechen kann;

3) daß der innere Grabenrand zu unbedeckt ist, und schon aus einer ziemlichen Entfernung niedergeschossen werden kann;

4) daß die Capitalen ganz unvertheidiget sind;

5) der Einsturz der Futtermauern reißt die auf ihnen ruhen-

de Brustwehr mit herunter, daß der Feind einen bequemen Zugang durch die Sturmlücke auf den Wall bekommt.

6) Weder auf den Wällen, noch sonst, finden sich bombensichere Zufluchtsörter für das Geschütz und die Belagerten, wo sie sich der Wirkung der feindlichen Projectilen entziehen können.

7) Es fehlet an guten und haltbaren Abschnitten.

8) Die Verbindung der Werke unter einander ist beschwerlich.

9) Eine und eben dieselbe Kanone kann eine Bollwerksface direct beschießen, die andere enfiliren, und zugleich die Flanke von hinten treffen.

10) Die Festung wird auf allen Punkten von dem Belagerer durch eine überlegene Geschützmenge beschossen, und dadurch besonders die Flanke sehr bald vertheidigungslos gemacht.

11) Endlich führet diese Befestigungsweise zu ihrer guten Vertheidigung eine Menge beschwerliche Arbeiten herbei, die den Soldaten zu der ihnen so nöthigen Ruhe keine Zeit lassen.

Im Gefühl dieser Mängel haben schon einige einsichtsvolle Männer der Vorzeit ihren Umriß aus bloßen Zangenwerken zusammen gesetzt, von denen sich sogar ein Beispiel bei Marchi findet. Ja, auch Cormontaigne und die neuern Franzosen suchten sich die Vortheile der Zangenwerke zum Theil dadurch zu verschaffen, daß sie die Spitzen ihrer Bollwerke abstumpften, und das Ravelin sehr weit in das Feld vorspringen ließen.

Der eigentliche Urheber dieses zangenförmigen Umrisses war Landsberg, der die Vorschläge des Alexander von Groote, Suttingers, Werthmüllers, zum Theil auch Rimplers — der jedoch kleine Bollwerke auf die Ecken seiner Polygone legte — aufnahm. Sein Erster Grundriß ist ein einfaches Zangenwerk, auf den Satz begründet:

„daß die Flanke, bestimmt die andern beiden Linien des „Umrisses, die Face und Courtine, zu vertheidigen, durch „die Bollwerks-Form unter den dreien gewöhnlich am kürze„sten ausfalle; daß daher der Feind sie leicht durch eine überle„gene Geschützmenge vertheidigungslos machen, und sie daher „ihre Bestimmung nicht erfüllen könne.“

In dem Zangenwerke ist keine Courtine: daher fallen Face und Flanke in Eins, und jeder zu vertheidigende Punkt kann von allen auf ihr stehenden Kanonen zugleich bestrichen werden. Da nun, alles übrige gleich, drei Geschütze jedesmal Ein feindliches zum Schweigen bringen: so ist klar, daß die Zange eine ganz andere Vertheidigung gewähret, als die Bollwerksform. Bei dieser, wollte man sie beibehalten, wären immer drei Bedingungen unerläßlich: 1) durch die Form des Grabens den Platz zu Anlegung feindlicher Contrebatterieen zu verengen, und 2) auf den Facen das Geschütz durch eine sichere

Bedeckung gegen das feindliche Feuer zu sichern, endlich 3) dem Bollwerke eine hinreichende Größe zur Vertheidigung zu geben. Es ist schon oben (Art. **Bollwerk** im 1. Thl. S. 157) das Verfahren angezeigt worden, den Inhalt des Bollwerkes $= \frac{F\, b\, \text{Sin. } B}{\text{Sin. } A}\, \text{Sin. }(A+B) + f\, g\, \text{Sin. }(D+B)$ zu finden; wo A den Polygonwinkel, B den kleinen Winkel, D den Streichwinkel, F die Face, f die Streiche, b die Streich- oder Defenslinie, und g die halbe Kehle des Bollwerkes andeutet. Will man aber den Inhalt des letztern auf sein **Maximum** bringen, kann dies entweder geschehen:

a) indem man die Polygonseite a, oder

b) den kleinen Winkel B als veränderlich ansiehet, weil die eine wie der andere auf die innere Größe Einfluß haben. In dem erstern Falle wird a. a. O.

$2\, d\, S = 0 = 4\, b\, d\, a\, \cos. B - 2\, a\, da;$
daher $a = 2\, b\, \text{Cos. } B.$

Setzt man diesen gefundenen Werth von a in die Gleichung, so wird sie: $S =$

$$\left(4 b^2 \text{Cos.} B^2 - b^2 - 2 b^2 \text{Cos.} B^2 - \frac{b^2}{2} \text{Cos.}\, 2B \left(1 + \frac{\text{tang.} B}{\text{tang.} A}\right)\right) \text{tg.} 2B$$

weil aber $2\, \text{Cos. } B^2 - 1 = \text{Cos. } 2\, B$, bekommt man:

$$S = b^2 \left(\text{Cos. } 2B - \frac{\text{Cos. } 2B}{2} \left(1 + \frac{\text{tang. } B}{\text{tang. } A}\right)\right) \text{tang. } 2\, B$$

$$\text{oder auch } S = \frac{b^2 \sin. 2B \cos. 2B}{2 \cos. 2B} \left(1 - \frac{\text{tang. } B}{\text{tang. } A}\right)$$

$$= \frac{b^2}{2} \cdot \sin. 2\, B \left(1 - \frac{\sin. B \cos. A}{\cos. B \sin. A}\right)$$

$$= b^2 \frac{\sin. B \cos. B}{\cos. B \sin. A} \left\{\cos. B \sin. A - \sin. B \cos. A\right\};$$

$$\text{endlich } S = \frac{b^2 \sin. B}{\sin. A} \text{Sin } (A - B).$$

Wird B als veränderlich angesehen, bekommt man durch Differentiiren:

$$\frac{b^2 . d. B \text{Cos.} B}{\text{Sin.} A} \text{Sin. } (A - B) - \frac{b^2 \text{Sin. } B}{\text{Sin. } A} d B . \text{Cos.} (A - B) = 0;$$

folglich $\text{Tang. } (A - B) = \text{Tang. } B$, und endlich $B = A - B = \frac{A}{2}$.

Der kleine Winkel muß demnach Ein Viertheil des Poly-

gonwinkels, und $a = 2 b$ Cos. B seyn, wenn der Inhalt des Bollwerkes ein Maximum werden soll. Letzterer ist

$$= \frac{b^2 \text{Sin.} \frac{A}{2}}{\text{Sin. } A} \text{Sin.} \frac{A}{2} = \frac{b^2 \text{Sin.} \frac{A}{2} \text{Sin.} \frac{A}{2}}{2 \text{Sin.} \frac{A}{2} \text{Cos.} \frac{A}{2}} = \frac{b^2}{2} \text{Tang.} \frac{A}{2}.$$

Denn dividirt man die Glieder der Gleichung

$$\frac{b^2}{\text{Sin. } A} (A - 2B) = \frac{b^2 \text{Cos. } B}{\text{Sin. } A} \text{Sin.} (A - B) - \frac{b^2}{\text{Sin. } A} \times$$

Sin. B. Cos. (A—B) durch dB, wird das Differential negativ, oder $- \frac{2 b^2}{\text{Sin. } A.}$

Da aber für den möglich größten Inhalt $a = 2 b$ Cos. B ist, wird anstatt $\frac{a \text{ Cos. } B - b}{\text{Cos. } 2 B}$ die Face

$$F = b \frac{(2 \text{ Cos. } B^2 - 1)}{\text{Cos. } 2 . B} = b.$$

Sobald aber Face und Streichlinie gleich lang sind, finden keine Flanken statt, wie auch aus dem Ausdruck für die letztere erhellet $f = (b - F)$ tang. B, wodurch die Courtine wegfällt. Das größte Bollwerk würde demnach aus 2 Dreiecken a A G und G A F, Fig. 154 Tab. XIV, bestehen, in denen $A F = b = F$; $G F = F g$, die halbe Kehle $=$

$$\frac{b . \text{Sin.} (A - B)}{\text{Sin. } A} - c = \frac{b \text{ Sin. } \frac{A}{2}}{\text{Sin. } A.} = b : 2 \text{ Cos.} \frac{A}{2}.$$

So wird auch die Capitale $A G = \frac{b \text{ Sin. } B}{\text{Sin. } A} = \frac{b \text{ Sin. } \frac{A}{2}}{\text{Sin. } A} = g$ der halben Kehle. Alle diese Resultate beziehen sich unmittelbar auf die Zangen, und geben zu erkennen, daß man die letztern in ihrer einfachen Form bloß von 6 Ecken gebrauchen kann, sobald man den vorspringenden Winkel von 60° behalten will. Denn der letztere ist $2 (A - B) = A =$ dem halben Polygonwinkel; er würde nothwendig im Fünfeck 54°, und im Viereck 45° werden (s. Polygonwinkel und Bollwerk). Beide sowohl als das Dreieck eignen sich jedoch eben so wenig zu der Befestigung mit Bollwerken, die hier nothwendig sehr klein und so enge in der Kehle werden müssen, daß sie durch wenige Bomben vertheidigungslos gemacht werden. Das einfachste Mittel bleibt hier, das Viereck durch vorgelegte Raveline mit Flanken, oder detaschirte Bollwerke zu verstärken, wovon weiter unten (s. Viereck) die Rede seyn wird.

Der Haupteinwurf gegen die Zangenwerke beruhet auf dem bestreichenden Winkel C Fig. 90 Tab. VIII, der bei

dem Umriß mit Bollwerken von den gegenüber stehenden Flanken beschossen werden kann, hier aber — nach Verhältniß der größern oder geringern Wallhöhen — auf eine längere oder kürzere Strecke todt ist. Diesem Mangel — abgesehen von dem Bedenken, welches der Angreifer finden muß, zwischen die ihn umfassenden Schenkel A C und B C einzudringen, und sich der vollen Feuerwirkung beider auszusetzen — läßt sich jedoch leicht abhelfen, entweder durch Defensivkasematten im eingehenden Winkel A B Fig. 105 Tab. VIII, als das wirksamste Vertheidigungsmittel; oder indem man die Schenkel bei e f bricht, und wenigstens um die doppelte Breite des Walles zurück legt, f g f Fig. 90, um von den beiden Stücken e f, oder auch vermittelst eines niedrigen Walles, F G H Fig. 106 Tab. IX, den todten Winkel zu bestreichen. Die Länge jenes Bruches C e auf jedem Schenkel hängt, wie bei den Bollwerken, einigermaßen von der Breite des Grabens und des vorliegenden bedeckten Weges ab. Da jedoch bei dem Zangenwerke der ganze Schenkel zugleich als Flanke angesehen, und das Dreieck A B C von dem ganzen, auf A C stehenden Geschütz bestrichen werden kann, darf man sich auch hier nicht so sehr an die vorerwähnte Breite binden. Es ist unter allen Umständen hinreichend, wenn C e die Breite des Grabens hat; es ist sogar vortheilhafter, wenn die Länge des gebrochenen Stükkes f g jene Breite nicht viel übersteiget. Würde der Bruch e f zu weit nach der Spitze A vorgeschoben: entstünde hier eine Art engen Bollwerkes, das — ohne die Vortheile des Bruches e f zu vermehren — die Nachtheile eines engen Festungswerkes hätte. Man darf daher sehr füglich den Grundsatz feststellen: f g dürfe nicht unter 10, und A e nicht unter 40 Ruthen lang seyn.

Es ist oben die gewöhnliche Länge der Streichlinie (s. dies Wort) auf 60 Ruthen gesetzt worden; da nun hier der Tenaillenschenkel A C Fig. 90 die Streichlinie selbst vorstellet, wird dadurch auch zugleich seine Länge bestimmt. Ihn merklich kürzer zu machen, würde nur die Aufstellung einer geringeren Geschützzahl verstatten, und dadurch einer kräftigen Vertheidigung nachtheilig werden. Seiner Verlängerung hingegen stehet bei einem kasemattirten Walle, dessen ganze Gegenwehr auf dem Geschütze beruhet, und bis zu dem letzten Momente gesichert ist, kein bedeutender Grund entgegen, sobald sie 80 Ruthen nicht übersteiget, um nicht nur am ausspringenden Winkel, sondern auch auf dem Glacis desselben ein wirksames Kartetschenfeuer zu haben. Denn wenn A C = 80 Ruthen, ist A B = 113 Ruthen, und man wird nur noch auf diese Weite von den zunächst der Spitze B stehenden Kanonen die Sappen vor A mit Erfolg beschießen können. Diese veränderliche Größe der

Schenkel A C und B C Fig. 90 ist ein unwidersprechlicher, auch von Landsberg angeführter, Vorzug der Zangenwerke, der sie geschickt macht, sich allen Eigenheiten des Locals anzuschmiegen, während die Construction der Bollwerke dadurch öfters beinahe unübersteigliche Hindernisse findet.

Um die äußere Polygon A B zu bestimmen, ist 1) bei einem völlig regelmäßigen Umriß $A C = B C$, und $C = 90°$; daher $A B = \sqrt{2 (A C)^2} = A C \sqrt{2}$

2) Wäre zwar $C = 90°$, aber CA und CB nicht gleich; würde $A B = \sqrt{(A C^2 + B C)^2}$.

3) Wäre endlich $C > 90°$, wie er aus dem vorher angeführten Grunde immer seyn sollte, etwa 102°: würde man die Polygonseite durch das Verhältniß

$$\text{Sin. } A : \text{Sin. } C = B C : A B$$

bekommen.

Da der Feind immer die vorspringenden Winkel B zuerst angreift, und zum Sturm bricht; ist es vortheilhaft, diese Winkel von dem, hier gleichsam die Streichwehren bildenden Schenkel abzusondern, F Fig. 307 Tab. XXII. Der stürmende Feind findet in diesem Abschnitte ein neues Hinderniß, durch das er sich aufgehalten siehet, wenn er den Graben überschritten und die Sturmlücke erstiegen hat. Damit die letztere zu bewirken ihm möglichst erschweret wird, muß der ausspringende Winkel durch einen Vorwall, eine Contregarde, oder Mantel (s. unter diesen Worten) gedeckt werden. Das Absteigen in den Graben und den Uebergang über denselben wird am sichersten durch tiefliegende Defensivkasematten verhindert, die bei zweckmäßiger Einrichtung auch die Anlegung der Breschbatterie — wo nicht unmöglich — doch höchst beschwerlich machen. Wenn die Umstände ja die Erbauung jener nützlichen Vertheidigungswerke verbieten: sollte wenigstens eine breite, durch einen Graben abgesonderte Faussebray nicht fehlen, zu deren reiner Bestreichung ein niedriges Werk im eingehenden Winkel ebenfalls unentbehrlich wird.

Im Fall endlich die Ortslage längere Schenkel nothwendig macht, die das vorher angegebene Maaß von 80 Ruthen noch überschreiten: wird die Länge der Streichlinie durch ein vorspringendes Werk M Fig. 308 in der Mitte der Zange verringert. Die Länge der Face dieses Werkes muß unter jeder Bedingung die Grabenbreite übersteigen; jedoch darf dasselbe nur niedrig und auf kleines Gewehr eingerichtet seyn, weil der hohe Wall schon durch seine ganze Länge die Geschützvertheidigung darbietet.

Zum Theil nach diesen hier aufgestellten Grundsätzen hat Herbort seinen Entwurf eines Zangenwerkes Fig. 143 B Tab. XIII eingerichtet, das jedoch aus völlig abgesonderten kasemattirten Werken b, mit einem bombenfesten Donjon a in der Mit-

te bestehet, den er den Kern (Noyeau) heißt. Es hat eine doppelte Couvreface, e, f, vor sich, und dreifache Flanken c zu Bestreichung des anstoßenden Grabens; zu welchem Behuf auch die gemauerten Redouten o o dienen. Die eingehenden Winkel sind mit gleichfalls kasemattirten Brillen g verstärkt, die 18 Ruthen zur halben Kehle und einen besondern bedeckten Weg haben, vor dem gleichlaufend das Reduit des bedeckten Weges, durch einen Graben von letzterem abgesondert, liegt.

Montalembert nimmt bei seinem System als Grundsatz an: daß die eingehenden Winkel jederzeit 90°, und die ausgehenden über 60° halten müssen; nicht minder, daß die Schenkel oder Streichlinien nicht über 75 Ruthen lang seyn dürfen, wodurch die äußere Polygonseite 109 Ruthen wird. Ist sie größer: muß man sie in 2 oder mehr Theile theilen, und dem zufolge die Streichlinie, d. h. die Schenkel, verhältnißmäßig verkleinern. Ein Zwölfeck z. B. erfordert einen Halbmesser von 174 Ruthen, wenn es 90 Ruthen zur Polygonseite haben soll, und bildet mit Bollwerken eigentlich, durch die vorliegenden Raveline, ein Vierundzwanzigeck, dessen Winkel am Mittelpunkte 15° halten, und gegen 50 Ruthen Sehne haben. Construirt man mit demselben Halbmesser ein zwölfeckiges Zangenwerk: wird seine Sehne 90 Ruthen, und folglich jede Seite $\frac{1}{2} 90 \sqrt{2} = 63\frac{1}{2}$ Ruthen. Vergrößert man den Halbmesser bis auf 210 Ruthen, wird die Sehne 109 Ruthen und jeder Schenkel 76,8 Ruthen, welches als das Maximum anzusehen wäre, wie oben gesagt worden.

Nach dieser Construction bestehet nur der Umriß des Montalembertischen Zangenwerkes hinter dem 9 Ruthen breiten Hauptgraben I, aus der abgesonderten Futtermauer, mit hinten offenen, gewölbten Geschützständen C, Fig. 507 Tab. XXII, wie sie schon oben (Artik. Defensivkasematten) beschrieben werden. Zwischen ihr und der dahinterliegenden Contregarde ist ein schmaler Raum von 14 Fuß G, der zu den Bewegungen, und der Contregarde E — die wie Cöhorns nur 3 Auftritte für Schützen, und daher nicht mehr 60 Fuß auf dem Horizonte zur Anlage hat — als trockner Graben dienet. Hinter dieser Contregarde ist ein 40 Fuß breiter Wassergraben F mit einer Vertheidigungsmauer H auf dem innern Rande, der bis an den Fuß des Hauptwalles B 20 Fuß breit ist. Der Graben sowohl als dieser innere Rand wird aus der Kasematte N mit Geschütz bestrichen, und in allen eingehenden Winkeln sind ähnliche Kasematten zu gleichem Zweck angebracht A B C Fig. 105 Tab. VII. Ein fortlaufender Mantel K, dessen vorspringende Winkel in L abgeschnitten sind, und der eine Vertheidigungsmauer nebst einem 48 Fuß breiten Graben vor sich hat, dienet zur Verstärkung des Umrisses und zu Unterstützung

des Waffenplatzes M im eingehenden Winkel. Man siehet leicht, daß hier das Geschütz in den bedeckten Ständen gegen Bomben und Schleuderschüsse völlig sicher ist, und daß die Gräben, so wie alle andere innere Räume der Werke durch die Kasematten eine reine Bestreichung haben.

Schon diese Zangenform ist sehr einfach; noch mehr ist es die von dem ideenreichen Marquis für Cherbourg vorgeschlagene, Fig. 308 Tab. XXII. Sie bestehet aus einem bloß geradlinigten Wall A, mit einer Art geräumiger Bollwerksthürme D auf den langen Seiten (s. Caponieren), die einem Raveline B als Reduit dienen, und die Linien des Walles nach der Länge bestreichen. Ein fortlaufendes Zangenwerk C umschließt das Ganze, und ist in den eingehenden Winkeln durch große Lünetten mit Reduits verstärkt und bestrichen. In M, wo der die Festungsgräben speisende Fluß H in die Stadt gehet, liegt eine gemauerte Flesche F mit einer Contregarde E vor, die — durch das angespannte Wasser hinreichend gedeckt — noch durch die neben liegenden Schenkel der Enveloppe von innen und außen bestrichen wird. Daß übrigens der Hauptwall hier die vordern Werke nicht überhöhen darf, wenn er nicht völlig kasemattiret ist, fällt, als eine unerläßliche Bedingung zur Sicherheit gegen die enfilirenden Schüsse des Belagerers, von selbst in die Augen.

Da bei diesen Zangenwerken die Vertheidigungsmauern (w. n. i.) mit Schießlöchern eine wichtige Rolle spielen, hat der durch seine Verhältnisse wie durch seine Arbeiten gleich bekannte Ex-Minister Carnot die hauptsächlichste Vertheidigung seines Zangenwerkes darauf gegründet, und dadurch den größten Theil der kostspieligen Kasematten zu sparen gesucht. Der Hauptwall dieses Zangenwerkes A Fig. 317 ist bloß von Erde, und an seinem Fuß mit einer 6 Fuß dicken Mauer D umschlossen, deren Schießlöcher zu Bestreichung des Grabens dienen. Sie ist mit Schwibbögen gewölbt, um die Vertheidiger unter denselben gegen die Wurffeuer des Belagerers zu sichern. Die vorspringenden Winkel des Hauptwalles liegen 50 bis 60 Ruthen von einander, und haben durch die Schenkel der nebenliegenden Zangen eine rechtwinkliche Vertheidigung. Die innerste Vertheidigungsmauer C hat in den eingehenden Winkeln Raum, daß auf jeder Seite 5 Kanonen aufgestellet werden können, deren Stände bombensicher gewölbt oder bedeckt sind, und deren oberer Theil B mit einer Brustwehr versehen ist, um als Kavalier zu dienen. Vor dieser Mauer, d. h. hinter dem eigentlichen Hauptwalle A, ist ein 12 Fuß unter dem Horizont vertiefter, 36 Fuß breiter Graben, über dessen Sohle sich demnach die Mauer 36 Fuß erhebet. Die vordere Mauer D ist in den eingehenden Winkeln mit Vor-

sprüngen von 42 Quadratruthen versehen, um den vorliegenden, 3 Ruthen breiten Graben auf jeder Seite mit 3 Kanonen bestreichen zu können. 3 Ruthen vor dem Hauptwalle liegt eine Grabenscheere, deren Schenkel auf jeder Seite 35 Ruthen lang sind; sie ist 7 Ruthen breit, wovon 5 die innere und äußere Böschung ausmachen, 2 aber die Brustwehr mit dem Auftritte bilden. Sie ist ringsum von einer 18 Fuß hohen Mauer mit Schießlöchern eingeschlossen. 3 Ruthen vor dieser Mauer liegt auswärts die Contregarde, von derselben Höhe und Stärke wie die Grabenscheere. Sie hat auf ihrem vorspringenden Winkel, senkrecht auf der Capitale, eine verdeckte Batterie, zu der man durch einen, auf jener in die Höhe laufenden, bedeckten Gang gelanget. In jedem eingehenden Winkel führet eine doppelte Caponiere nach dem Waffenplatze, der auf dem Horizonte liegt, und eine 12 Fuß hohe Brustwehr mit Einem Auftritte hat. Seine beiden Schenkel bestreichen die Contregarde rechtwinklich mit kleinem Gewehr, und sollen vor Eroberung derselben die Festsetzung des Feindes auf dem abwärts laufenden Raume (glacis en contrepente) hindern, der ihm außerdem, durch die Contregarde gedeckt, einen sehr sichern Aufenthalt gewähren würde.

Auch von Reiche legt bei der von ihm vorgeschlagenen Befestigungsmanier ein Zangenwerk zum Grunde, und stellet folgende Bedingungen desselben zur zweckmäßigen Vertheidigungsfähigkeit auf:

1) Die Festung muß längs der Capitale eine directe, oder Frontal-Vertheidigung haben, und es muß überhaupt Alles aufgeboten werden, das bis jetzt übliche Vorgehen des Belagerers auf der Capitale zu hindern.

2) Es darf keine Linie irgend eines Festungswerks ricochettirt werden können.

3) Das Feuer der Festung muß, nachdem die Bestimmung desselben ist, nicht vorzeitig zerstört werden können.

4) Die Arbeiten des Belagerers, seine Teten der Sappen, Logements und Couronnements müssen durch Feuer, die der Feind nicht zerstöhren kann, von allen Seiten beschossen werden können.

5) Der Feind darf vom bedeckten Wege aus keine Bresche in den Hauptwall legen oder die Flanken zerstören können, und er darf hierzu nicht eher gelangen, bevor er sich nicht sämmtlicher Festungswerke der angegriffenen Front bemächtigt hat.

6) Der bedeckte Weg muß eine solche Einrichtung haben, daß er nicht ricochettirt werden kann, und alle die Bedingungen in sich vereinigen, deren er nur immer fähig ist.

7) Um den bedeckten Weg gegen den gewaltsamen Angriff zu sichern, so muß er durch verdeckte Feuer bestrichen werden

ohne daß dadurch das Feuer von den hinterliegenden Werken nur im mindesten maskirt wird.

8) Das Glacis muß in allen seinen Theilen, besonders an den ausspringenden Winkeln, frontal bestrichen werden können.

9) Eine jede Bresche muß durch Feuer bestrichen und im Rücken genommen werden können, die der Feind gar nicht, oder nur mit ungeheuren Schwierigkeiten zerstören kann.

10) Kein Festungswerk darf von allen Abschnitten entblößt seyn.

11) Die Festungswerke müssen, wenn es nur einigermaßen zu bewerkstelligen ist, ein Demolitions-System haben.

12) Die Festungen dürfen nicht mit Aussenwerken überladen, und letztere müssen einer successiven Vertheidigung fähig seyn.

13) Die Einrichtung der Aussenwerke muß die Wiedereroberung derselben erleichtern und begünstigen.

14) Die Communicationen nach den Aussenwerken, so wie auch nach den detaschirten Werken einer Festung, müssen geräumig, und gegen jede Unternehmung des Feindes und seine Waffen vollkommen gesichert seyn.

15) Die Besatzung muß in Belagerungszeiten die gehörigen bombenfesten Wohnungen haben, die außer dieser Bestimmung auch anderweitige Vortheile zur Verstärkung der Vertheidigungskraft gewähren müssen.

16) Die Defensions-Casematten dürfen nicht rauchen, und entweder gar nicht, oder nur mit einer undenkbaren Mühe eingeschossen werden können.

17) Die Bekleidungsmauern müssen ebenfalls entweder gar nicht, oder nur äußerst schwer eingeschossen werden können.

18) Der Hauptwall und die vorzüglichsten Werke müssen eine verdeckte niedere Frontalvertheid'gung haben, zur Sicherheit gegen den gewaltsamen Angriff, und um die Descenten und feindlichen Arbeiten im Graben einsehen und nach allen Richtungen beschießen zu können.

19) Die Bekleidungsmauern dürfen gar keine, oder nur sehr geringe Talüds haben, um sie gegen die Verwitterung möglichst sicher zu stellen.

20) Die Communications auf und hinter dem Walle, und der innere Raum in den Festungswerken dürfen auf keine Weise verengt und unterbrochen werden.

21) Die Abschnitte im Hauptwalle müssen durch Feuer bestrichen werden können, die der Feind gar nicht sehen und zerstören kann.

22) Alle Anordnungen und Anlagen müssen einfach seyn, und der größtmögliche Widerstand muß in jeder Hinsicht mit dem geringsten Aufwande vereinigt werden.

Herr v. Reiche giebt demnach dem vorspringenden Winkel 70° und der Polygonseite 70 Ruthen, und ziehet im eingehenden Winkel den Wall FGH Fig. 106. Tab. IX. um seine ganze Breite zurück, damit die vorgelegte niedere Brustwehr eine Bestreichung des todten Winkels und des Grabens gewähret. Zu letzterem Zweck dienet auch eine am Fuß des Hauptwalles hinlaufende Mauer von 12 Fuß Höhe und 3 Fuß Dicke, mit Schießlöchern und hinten 4 Fuß tiefen Schwibbögen, zur Sicherheit der Vertheidiger. Zu noch stärkerer Vertheidigung können auch die rückwärts liegenden Flanken F und H mit Geschützkasematten versehen werden.

Vor jedem ausspringenden Winkel liegt eine Contregarde A und B, deren Schenkel in I mit der Spitze der innern Brustwehrböschung des Hauptwalles abschneiden, um von letzterem den Graben vor der Flanke des Waffenplatzes bestreichen zu können. Ihr vorderer, niedrigerer Theil K ist abgeschnitten, und giebt einen Geschützstand L zu Beschießung der Capitale; die obere Abdachung seiner Brustwehr, die der vorliegenden Flesche K B und das Glacis müssen zu dem Ende in Einer Linie, oder letztere beide auch wohl etwas niedriger liegen.

Die sehr stumpfwinklichen Waffenplätze haben ein Reduit D, das durch einen pallisadirten Graben C abgesondert wird, und dessen Flanken E um die Breite des Walles zurückgezogen sind. (S. die Befestigungskunst, hergeleitet aus der gegenwärtigen Art des Angriffes und der Vertheidigung. 4to. Berlin 1812.)

Tenaille. S. Grabenscheere.

Tenaillons heißen die kleinen Außenwerke, womit Vauban bei den früher von ihm angelegten Festungen die Façen des kleinen Ravelins deckte, und die man zuerst in des Marchi Werke findet, (aa. Fig. 6. Tab. II.) Sie sind vorn 180, hinten aber nur 90 Fuß breit, damit ihr bedeckter Weg von den Bollwerksfaçen bestrichen werden kann, und die Waffenplätze im eingehenden Winkel noch einigen Raum behalten, welches nicht mehr der Fall ist, wenn man die Tenaillons hinten und vorn gleich breit macht.

Man siehet leicht, daß zwei Tenaillons mehr kosten, als ein großes weit vorspringendes Ravelin, ohne doch eine bessere Vertheidigung zu geben. Der Feind leget hier bei O eine Batterie in die eingehenden Winkel ee, um die beiden Tenaillons und das kleine Ravelin g auf Einmal niederzulegen. Er wird dann dieses und jene auch zugleich stürmen, und dadurch die Abschnitte y unnütz machen, weil sie durch die Eroberung des Ravelins umgangen sind. Selbst, wenn ein Wassergraben die gleichzeitige Eroberung des Ravelins und der Scheeren

ren unmöglich macht, kann der Belagerer dennoch die Abschnitte der letztern ganz unbeachtet lassen, weil sie von selbst fallen müssen, sobald das Ravelin erobert ist.

Auch das Bollwerk kann man durch die Oeffnungen auf der Face an zwei Orten brechen, b und c, wodurch der Abschnitt an den Schultern geöffnet und unnütz wird. Bei einem großen Ravelin hingegen findet nur Eine Sturmlücke vorn auf der Face statt, die auf den Abschnitt keinen Einfluß hat.

Es ist zwar nicht zu leugnen, daß zu Lille 1708 die Tenaillons guten Widerstand gethan haben: allein nach Noizet de St. Pauls Zeugniß soll diese Belagerung von den Alliirten sehr schlecht geführt worden seyn, und kann daher nicht als ein Beweis dienen.

Terrain. S. Abstecken der Festungen und Lage.

Terre plein. S. Wallgang.

Tête de la Sappe, Spitze der Sappe. S. letzteres Wort.

Theilungsgewölbe (Case) bei den Minen; S. Kreuzgewölbe.

Thore (portes) sind nach Verhältniß der Größe und Bevölkerung einer Festung mehr oder weniger in derselben nöthig, je nachdem mehrere große Städte in ihrer Nähe liegen, oder die sich hier kreuzenden Landstraßen einen lebhaften Verkehr verursachen. Man darf jedoch nie zu viele Thore in einer Festung anbringen, weil die Unterhaltung der Brücken, Gatter rc. einen sehr bedeutenden Aufwand verursacht, und weil die vielen Wachten der Besatzung sehr zur Last fallen.

Man bringt die Thore gewöhnlich in der Mitte der Courtine an, wo sie durch das Ravelin gedeckt und durch die Flanken der anstoßenden Bollwerke beschützt sind. In den Zangenwerken bekommen die Thore ihre Stelle in den eingehenden Winkeln, wo sie ebenfalls von den beiden Schenkeln vertheidiget werden. Das Thor selbst bekommt etwa 12 Fuß Breite, und wird sehr oft überwölbt, um die freie Gemeinschaft auf dem Wallgange zu haben. In den frühern Zeiten überbaute man die Thore gewöhnlich mit hohen, mehr oder weniger reich verzierten Thürmen. Allein die Baukosten derselben können weit vortheilhafter zu Verstärkung der Befestigung verwendet werden; und seitdem die Fallgatter (w. n. f.) und Orgeln aus dem Brauch gekommen, bedarf es auch keiner besondern Gebäude, um sie aufzunehmen. Ueberdies hindern die breiten Façaden des

Thores das Feuer der Courtine, und machen dem Feinde den Ort des Einganges und folglich die über den Graben führenden Brücken bemerklich, so daß er seine Bomben nach ihnen richten kann. Will man ja das Thor überwölben, so lasse man den Rücken des Gewölbes nicht, oder doch nicht merklich, über den Wall emporragen, und bringe keine eben so unnützen als vergänglichen Bildhauereien daran an, wie man es an den unter Ludwigs XIV Regierung in Frankreich erbaueten Festungen findet.

Um den Eingang der Thore zu verschließen hat man in der früheren Zeit, wo man sich durch Außenwerke noch nicht gegen Ueberfall zu sichern wußte, mancherlei Mittel angewendet, die sich zwar bis auf unsre Zeit erhalten haben, jedoch bei den neuern Festungen nicht mehr angewendet werden. Sie sind

a) Schlagbäume, bald mit, bald ohne Federn, wie die spanischen Reiter.

b) Drehbäume oder Drehbalken, unterscheiden sich von jenen dadurch, daß sie an einem Ende fest, und an dem andern vermittelst eines Rades beweglich sind.

c) Gatterthore.

d) Die eigentlichen Flügelthore, aus starken eichenen Dielen verfertiget, mit Eisen beschlagen und mit Schießlöchern durchbrochen, sind nebst den vorhergehenden allein noch gewöhnlich.

e) Fallgatter.

f) Fallbäume oder Orgeln.

g) Zugbrücken.

Alle diese verschiedenen Mittel zu Versperrung der Thore finden sich unter den zugehörigen Orten beschrieben.

Sowohl an den äußern Eingängen als an dem Hauptthore werden Wachthäuser erbauet (s. dies Wort), die jedoch immer als Kasematten unter dem Walle liegen sollten. Sie werden außerdem zur Zeit einer Belagerung unbewohnbar, und müssen durch Blendwerke mit vieler Arbeit ersetzt werden, oder die Soldaten bleiben ungeschützt gegen die feindlichen Projektilen.

Thüren in den Militairgebänden werden entweder zum Einfahren mit Wagen 8 Fuß, oder im entgegengesetzten Falle nur 4 bis 5 Fuß breit gemacht. Jene sollten zu besserer Dauer immer gewölbt seyn, weil sie — wenn auch das zu dem Sturze (der oberen Pfoste) angewandte Holz noch so stark ist — sich nach einiger Zeit dennoch in der Mitte senken. Die Zimmerthüren in den Scheidemauern sind 3, $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß breit, und 2 oder $1\frac{1}{2}$ mal so hoch als breit. Alle Thüren müssen entweder mit Zargen von gehauenen Steinen, oder von 5 und 9 Zoll ins Gevierte starken Pfosten versehen werden, in welche die eisernen

Haspen eingelassen sind, und an welche die Thürflügel anschlagen. (Mehr Auskunft über die Verfertigung der Thüren findet sich in Gilly Landbaukunst, I. Thl. S. 449, und II. Thl. S. 441.)

Thürme, steinerne, werden theils als Reduits in den Kehlen oder im innern Raume anderer Festungswerke, theils als selbstständige Werke von mehreren neueren Ingenieuren empfohlen und angeordnet. Den meisten Beifall haben Montalemberts vieleckige Thürme (tours angulaires) gefunden, weil sie sich jeder veränderten Bestimmung anpassen lassen, und durch die Schießlöcher x Fig. 244, 245. Tab. XIX. eine reine Bestreichung ihres Fußes gewähren. Die 7 Fuß dicke Umfangsmauer ist zu dem Ende unten mit ausspringenden Winkeln K gebauet, und verschwächet sich oberwärts um 1 Fuß. Das zweite und dritte Stockwerk E, F ist mit Schießscharten m für das Geschütz versehen, die sich auch auf dem obern Raume G des 7 Fuß dicken Gewölbes finden r. Der 3 Fuß dick aufgemauerte Kern des Thurmes H hat oben, über der Batterie, Schießstände für das kleine Gewehr, und dienet dem eigentlichen Thurme zu einem Zufluchtsorte. Das Kellergeschoß des Thurmes wird zu einem Pulvermagazin und zu Aufbewahrung der übrigen Bedürfnisse eingerichtet, auch wohl mit einem Brunnen oder mit einer Cisterne versehen; ein unerläßliches Bedürfniß sobald der Thurm einzeln stehet und mehrere Tage gänzlich von dem Feinde eingeschlossen werden kann. Da die Gewölbe dieser Thürme nicht auf den Umfangsmauern ruhen, sondern als Radien aus dem Mittelpunkte nach dem äußern Kreise gehen, ist die äußere Mauer als eine bloße Schildmauer anzusehen, deren Einsturz keinen Einfluß auf die Standfestigkeit des ganzen Thurmes haben kann.

Die Größe dieser vieleckigen Thürme ist nach ihrer verschiedenen Bestimmung willkührlich, von 60 bis 140 Fuß. Ihre Grundfläche aber muß — wenn die ausspringenden Ecken nicht über 60° haben und sich rechtwinklich vertheidigen sollen — allezeit ein Zwölfeck seyn. Der Umkreis des Thurmes wird demnach in 24 Theile getheilet, die wechselsweise die Widerlagen der Bögen über den eingehenden Winkeln, und die Grundflächen der ausspringenden Ecken machen. Nun haben die letztern, bc, de, auf dem Kreisbogen 3, 4, 5, oder 6 Fuß, und die Bögen ab, cd können nicht unter 12, und nicht über 30 Fuß bekommen — wenn sie nicht zu hoch ausfallen sollen; — beide zusammen können daher füglich als die Sehne des Winkels am Mittelpunkt in einem Zwölfeck angesehen werden, der bekanntlich 30° hat. Wäre diese Sehne $15\frac{1}{2}$ bis 16 Fuß (nämlich die Ecken 3 bis 4, und die Schwibbögen 12 Fuß), welches ihr kleinstes Maaß ist: würde der Halbmesser des Thurmes 30 Fuß werden, weil sich die Sehne zum

Halbmesser verhält, wie 44 : 85, ohne jedoch die vorspringenden Ecken zu rechnen. Hätte der Bogen a b aber 30 Fuß und jede vorspringende Ecke 6 Fuß, wird der Radius des Thurmes 72 Fuß und die ganze Dicke desselben 140 Fuß.

Bei einem noch größern Umfange des Thurmes würde man ihm ein mehrseitiges Vieleck zur Grundfläche geben müssen, um die vorher angegebene Bestimmung der bestreichenden Vertheidigung mit kleinem Gewehr zu erhalten. Thürme von kleinerem Durchmesser als 60 Fuß eignen sich nicht zu dieser letzteren. Will man sich ihrer zu Wachthäusern 2c. in einzelnen Vorwerken bedienen, muß man ihnen die Seitenvertheidigung durch 3 Vorsprünge A B C von 12 Fuß Länge und 8 Fuß Breite im Lichten verschaffen. Fig. 318. Tab. XXV.

Tierceron, ein Gothischer Gewölbbogen, der aus den Winkeln bei den Widerlagen heraufgewölbet ist.

Tischlerverband wird bei den Rähmen und ihren Füllungen durch Ruthe und Spunde, oder durch Zapfen und Löcher bewirket, geleimet und mit hölzernen Nägeln befestiget.

Todte Winkel (Angle mort) führen diesen Namen, wenn sie keine Seitenvertheidigung haben, wie die ausspringenden Winkel allein liegender Festungswerke, oder die eingehenden Winkel der Zangenwerke. Wie ihnen hier abzuhelfen, ist oben (Artik. Tenaille) gezeiget worden.

Toise, die Französische Klafter, war lange beinahe das Einzige bei dem Festungsbau übliche Maaß von 6 Franz. Fuß, oder 72 Zoll, bis man späterhin anfieng, mit den Deutschen sich der Rheinländischen Ruthe zu bedienen, zu der sich die Toise wie 664 : 1669,56 verhält. Die Quadrat- oder Schacht-Toise enthält daher 36 Quadratfuß und die Cubiktoise 216 Würfelfuß.

Toisé, die Aufnahme der Maaße, welche das Bauwerk bekommen soll, und die Länge, Breite und Dicke der Steine, des Holzes 2c., welche dazu nöthig sind. Sie unterscheidet sich von dem Anschlage dadurch, daß sie zwar die Angabe der einzelnen Maaße und ihrer Summe enthält, jedoch die Preise derselben, d. h. die Baukosten, nicht mit begreift.

Tonnengewölbe (voute romaine oder berceau droit) S. Mauerverband.

Tour bastionnée S. Bollwerksthurm.

Tour creuse heißt die concave Flanke von Vaubans Bollwerken. (S. letzteres Wort.)

Tour de pierre heißt Cöhorns Bollwerksohr, das als eine Vertheidigungskasematte eingerichtet ist.

Tournaysche Asche (Cendres de Tournay) ist nichts anderes als Steinkohlenasche mit den kalzinirten Theilchen eines sehr harten blauen Kalksteines vermischt, der in der Gegend von Tournay gegraben und gebrannt wird. Man bedient sich dieser Asche als Mörtel zu dem Brücken- und Schleußenbau, entweder allein oder auch mit $\frac{1}{8}$ klein gestoßenem und gesiebtem Ziegelmehl. Nachdem man sie im erstern Falle wie gewöhnlichen Kalk abgelöscht hat, wird sie durch einen Durchwurf in einen Kalkkasten getragen, damit die gröberen unaufgelösten Theile zurückbleiben. Hierauf wird sie mit einem etwa 30 Pfund schweren Schlägel etwa 10 Tage lang stark geschlagen, bis sie zu einem zähen und festen Teig wird.

Tournaysche Versuche gaben Anlaß zu einer unrichtigen Minen-Theorie, und zu einer irrigen Festsetzung der Ladungen. S. Minen.

Tracé. S. Umriß.

Traciren. S. Abstecken.

Tranchée. S. Laufgraben.

Transcheereiter. S. Laufgrabenkatze.

Transcheewacht. S. Laufgrabenwacht.

Traß oder Terraß (terre de holande) wird in den Gegenden am Rhein, bei Kölln, Andernach ꝛc. gegraben, und ist eine vulkanische Erde, die, dem Kalk beigemischt, im Wasser schnell erhärtet, und deshalb bei dem Schleußen- und Brückenbau angewendet wird. Man verfähret den Traß auf dem Rheine nach Holland, wo er in besonders dazu bestimmten Cementmühlen gemahlen, und dann wieder als Handelsgut nach Deutschland zurückgebracht wird. (S. Cement, und Wasserdichtes Mauerwerk.) Der Traß ist von blauer, dunkelbrauner und gelber Farbe. Man bekommt ihn aber sehr häufig unrein und mit Erde vermischt, wodurch er den größten Theil seiner guten Eigenschaften verlieret. Um dies zu untersuchen, wird ein bestimmter Theil in ein Glas mit reinem Wasser ge-

schüttet, wo sich die Lehmerde auflöset, der Traß aber zu Boden fällt. Auch in Schweden wird an einigen Orten Traß gegraben, und zu Schiffe nach Pommern und Preußen verführet. S. Wasserdichtes Mauerwerk.

Traverse, Quer- oder Zwerchwall, wird hinter die Brustwehr, oder in das Innere eines Festungswerkes zur Sicherheit gegen die Seiten- und enfilirenden Schüsse gelegt. Sie bekommen daher, nach Virgin, 9 bis 10 Fuß Höhe, bei 12 Fuß Dicke, und 24 bis 27 Fuß Länge nach Verhältniß der Breite des Wallganges. Denn haben sie blos die Höhe der Brustwehr, wie gewöhnlich: kann ihre obere Fläche, durch die Kugeln abgefurcht, sich um ½ bis 1 Fuß erniedrigen, daß alsdann die Traverse nicht mehr ihre Bestimmung erfüllt. Vauban war der erste, der Traversen R. Fig. 128. Tab. XII. in seinen bedeckten Weg (w. n. i.) legte: theils die Vertheidiger desselben gegen die Rikoschetkugeln des Feindes zu schützen, theils zur Vertheidigung und Zuflucht zu dienen, wenn die Belagerten aus den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges vertrieben werden. Zu dem Ende werden hinter den Traversen, nach den eingehenden Winkeln zu, Auftritte angebracht, und jene oben mit einer Abdachung von 1 bis 1½ Fuß versehen. Noch besser würde dieser Zweck erfüllt, wenn man den Traversen auswärts, gegen den vorspringenden Winkel, überhaupt nur 4 Fuß gäbe, so daß der Angreifer hinter ihnen nicht unter das Feuer der Vertheidiger kommen kann. Die Traversen liegen übrigens senkrecht auf die Contrescarpe, damit sie die Schenkel des bedeckten Weges gerade bestreichen; nur die äußersten auf dem vorspringenden Winkel werden in die Verlängerung der Brustwehren des Ravelins gelegt, um diesen, von den Brustwehren nicht bestrichenen Raum einzunehmen. Es würde jedoch vortheilhaft seyn, die Traversen schräge auf die Contrescarpe zu setzen, daß die Rikoschetkugeln von ihnen seitwärts nach dem Graben abgewiesen werden. Der Abstand der Traversen des bedeckten Weges von einander ist 90 Fuß, weil sie außerdem nicht gegen die Schleuderschüsse decken.

Zu Erleichterung des Rückzugs aus den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges, rückt man die Traverse MNOP, Fig. 16. Tab. II, wohl 6 Fuß von dem äußern Grabenrande ab, und macht zugleich einen 9 Fuß tiefen Ausschnitt BAC (s. dies Wort) in das Glacis, den man ausmauert, so daß der Durchgang, nach Abzug von 3 Fuß Böschung der Traverse, 6 Fuß breit bleibet. Beide Oeffnungen werden mit Pallisaden k und Gatterthoren verschlossen. Die beiden letzten Traversen im eingehenden Winkel T haben jedoch keinen Durchgang an der Contrescarpe, weil sie den Waffenplatz bilden, daher sie auch gewöhn-

lich 18 Fuß dick gemacht werden. Häufig läßt man auch wohl zu besserer Deckung gegen die Enfilade die Traverse X bis an die Contrescarpe gehen, jedoch mit Unrecht; denn an dem hintern Rande des bedeckten Weges stehen niemals Truppen, und die Durchgänge vorn am Glacis sind für sich allein zu wenig, den Rückzug der Besatzung zu begünstigen. Die Oeffnung an der Contrescarpe läßt sich zudem leicht durch ein Stück Erde RS verschließen.

Obgleich aber die Traversen im bedeckten Wege mit gutem Grunde angeleget scheinen, haben sie doch unbezweifelt den großen Nachtheil, dem Feinde ein Deckungsmittel zu gewähren, wenn er sich jetzt des vorspringenden Winkels bemächtiget hat und sein Logement hinter den Traversen anleget. Sie scheinen demnach einer kräftigen und zweckmäßigen Vertheidigung des bedeckten Weges weit mehr entgegen als vortheilhaft. Jene wird ungleich nachdrücklicher durch ein im Waffenplatz aufgestelltes Geschütz bewirket, als durch das Feuer 10 oder 12 Musketirer, welche hinter einer Traverse aufgestellt werden können. Sie sind daher auch von Cöhorn (nouvelle fortificat. p. 13.) Landsberg, Bourdet, Humbert und Fallois, Clairac und Stahlswerd verworfen worden.

Auf dem Hauptwalle aber sind die Traversen nicht nur nützlich, sondern selbst unentbehrlich. Zwar führen sie mehrere Unbequemlichkeiten mit sich; denn

1) verursachen sie auf der angegriffenen Fronte viel Arbeit und beschäftigen eine zu große Anzahl Menschen;

2) nehmen sie fast eben so viel Raum mit ihrer Grundfläche ein, als die Kanonen, die sie decken sollen: man kann demnach nur die halbe Anzahl der letztern aufstellen;

3) kann man sich der Gribeauvalschen Wallaffeten neben den Traversen nicht, oder doch nicht mit Vortheil bedienen, weil sie über die Traversen emporstehen, und daher dem Schleuderschuß immer noch ausgesetzt bleiben;

4) muß man entweder die zu den Traversen nöthige Erde von dem Wallgange nehmen, wodurch dieser niedriger wird, oder man muß sie von entfernten Orten heranführen.

Dennoch sind sie das einzige Mittel, auf den Wällen einer Festung, die keine Defensivkasematten hat, Geschütze bis zu der spätern Epoche der Belagerung brauchbar zu erhalten. Ihre Maaße sind die schon oben gegebenen: 24 Fuß Länge, bei 12 Fuß Stärke und 90 Fuß Entfernung von einander. Sie müssen immer erbauet werden ehe der Feind seine Rikoschetbatterien zu Stande bringt, weil dann ihr Bau um so schwieriger und gefährlicher wird.

Sie werden hier, zu Ersparung des Raumes, aus Schanzkörben, Faschinen, oder Sandsäcken verfertiget, und in der Mitte

mit Erde ausgeschüttet. Die Schanzkörbe dazu sind gewöhnlich 4 Fuß dick und 3 Fuß hoch, und kommen 4 Reihen neben einander, auf diese aber 3 Reihen, die nachher mit 2 Lagen Faschinen bedeckt werden.

Wendet man Faschinen zu Verkleidung der Traversen an, sind zu jeder Traverse 21 Faschinen von 10 Fuß Länge und 12 Zoll Dicke nöthig. Sandsäcke aber werden zu einer 7 Fuß hohen Traverse 2160 Stück erfordert. Man kann auch Kasten von Balken oder Bohlen aufführen, die durch eingegrabene mit einem Rahmen oben verbundene Hölzer gehalten werden, und sie inwendig mit Erde ausfüllen. Andere Schriftsteller haben auch andere, zum Theil sonderbare Mittel vorgeschlagen: Strohsäcke mit grünem Schilf ausgestopft, 16 Fuß breit und 5 Fuß dick, die an besonderen Gerüsten aufgehangen seyen; Folard glaubt, daß eine sechspfündige Kugel gegen ein Gewebe von starken Schiffstauen ihre Kraft verliere. Daß diese Dinge in das Gebiet leerer Spekulation gehören, siehet man leicht. Kommt es jedoch blos darauf an, sich gegen etwanige Kartetschenschüsse und Flintenkugeln zu decken, sind übereinander gelegte Balken Fig. 286. Tab. XXIV., die durch eingegrabene Säulen a gehalten werden, hinreichend.

Aber nicht allein der Belagerte schützt sich durch Traversen gegen die Enfilade; auch der Belagerer kann ihrer nicht entbehren. In der doppelten, geraden Sappe werden sie in der Mitte des Laufgrabens angebracht, so daß letzterer um die Traverse zu beiden Seiten herumläuft, sich in der Mitte wieder vereiniget und dann weiter vorgehet, bis die Enfilade von den vorliegenden Festungswerken eine neue Traverse nöthig macht. Eben so werden bei dem Couronnement des bedeckten Weges (S. dies Wort) Traversen r Fig. 76. Tab. VI. abwechselnd auf beiden Seiten des Laufgrabens angebracht, welche diesen gegen das Einsehen und Beschießen von den Festungswerken schützen.

Trefle-Mine ist diejenige Anordnung dreier Kammern, bei der sie auf ein gleichseitiges Dreieck A B C Fig. 319. T. XXV geleget werden, so daß die Umkreise ihrer Trichter einander berühren, und sie folglich um die doppelte Länge ihrer kürzesten Widerstandslinie von einander entfernt sind. Eine solche Lage erleichtert die richtige Vertheilung der Zündungen: sie ist jedoch nur allein in dem Falle anwendbar, wenn die Minen zu gleicher Zeit spielen sollen.

Treiben der Minengänge. S. letzteres Wort.

Treibfäustel (Massette), heißt der Handhammer des Mineurs.

Trempel der Minen, oder Thürstöcke (Montans). S. Minenhölzer.

Treppen (escaliers) werden in den Kehlen der Außenwerke und an der Contrescarpe angebracht, wenn es an Raum zu Anlegung ordentlicher Auffahrten fehlet. Sie sind in diesem Falle als ein nothwendiges Uebel zu betrachten, und sollten bei keinem neuen Festungsbau statt finden. In alten Festungen findet man bisweilen Wendeltreppen in den Bollwerksohren angebracht, um in dem Augenblicke zu dienen, wo der Belagerer sich im bedeckten Wege festgesetzt hatte, und der Gebrauch des Durchganges unter der Courtine aus Mangel einer Grabenscheere unmöglich ward. Es wäre jedoch weit zweckmäßiger gewesen, ein Gewölbe unter der Flanke hindurchzuführen und durch einen Erdaufwurf zu decken. Die Verbindung der äußeren und inneren Theile einer Festung ist eine so wesentliche Bedingung der Vertheidigung, daß man sie stets zu seinem vorzüglichsten Augenmerk machen, daß es nie an zahlreichen und bequemen Verbindungswegen fehlen sollte, die von den Soldaten in der finstersten Nacht eben so gut und leicht als am Tage betreten werden können. Außenwerke demnach, zu denen man blos auf Treppen kommen kann, — die überdies gewöhnlich steil und schmal sind — sind immer als höchst fehlerhaft zu betrachten. Von den Treppen in der Contrescarpe ist schon oben (Artik. Bedeckter Weg) geredet worden. Bei allen diesen Treppen ist zugleich eine unerlaßliche Nothwendigkeit, sie mit einem festen Gewölbe zu bedecken, weil eine einzige Bombe die ganze Treppe unbrauchbar machen kann.

Alle Treppenstuffen müssen nicht viel über 6 Zoll hoch, und 9 bis 10 Zoll breit gemacht werden. Die Breite der ganzen Treppe sollte hier nicht unter 6 Fuß seyn, damit wenigstens 2 bewaffnete Männer neben einander auf- und absteigen können. Aus der Höhe der Stuffen und des zu ersteigenden Werkes läßt sich alsdann leicht die erforderliche Zahl der erstern bestimmen. Wäre z. B. die Kehle 20 Fuß = 240 Zoll, so werden $\frac{480}{13}$ = 37 Stuffen von $6\frac{1}{2}$ Zoll erfordert. In solchen Oertern jedoch, wo der obere Auftritt zugleich die Erste Stuffe macht, muß man diese von der ganzen Zahl bei Bestimmung der Treppenstuffen abziehen.

In den als Reduits oder als Vorwerke dienenden steinernen Thürmen können nicht füglich andere, als Wendeltreppen angebracht werden, die sich um eine in der Mitte stehende Säule oder um einen hohlen Zylinder schlingen, in den die Stuffen entweder mit dem einen Ende eingelassen sind, oder den sie selbst durch dieses schmälere rund bearbeitete Ende bilden. Auch hier giebt die zu ersteigende Höhe, dividirt durch die Höhe

der Stuffen, die Zahl der letztern, die an dem breiten Ende, gegen die Peripherie, 12 Zoll breit gemacht werden müssen, damit sie gegen den Mittelpunkt noch einige Breite behalten. Die steinerne Wendeltreppe im Danziger Zeughause ist ein Beispiel der gelungenen Ausführung einer solchen Treppe. Von den hölzernen Treppen ist oben Artik. Ausrüstung S. 59 gehandelt worden.

Trichter der Mine (Entonnoir) ist diejenige Vertiefung, welche durch das Herauswerfen der Erdgarbe (w. n. i.) von einer spielenden Mine gebildet wird, und die diesen Namen ihrer Gestalt verdanket. Da die Pulverladung nothwendig durch das Gewicht der gehobenen Erdmasse d. h. durch den Inhalt des Trichters bestimmt wird, fühlten die, welche sich mit der Minirkunst beschäftigten, auch bald die Nothwendigkeit, jenen Inhalt, oder welches eben so viel ist die Gestalt des Trichters genau zu bestimmen. Vauban, von dem sich die Erste der bekanntgewordenen Minentheorien herschreibt, giebt 1) dem Trichter die Form eines „umgestürzten rechtwinklichen Kegels, dessen Spitze „in den Mittelpunkt der Kammer fällt, und dessen Grundfläche „die doppelte Höhe zum Durchmesser hat." Indem er jedoch den Inhalt dieses Kegels bestimmen will, findet er blos den Würfel der kürzesten Widerstandslinie, und daher zu schwache Ladungen.

2) Le Febüre, der dies einsahe, glaubte der Wahrheit näher zu kommen, wenn er den auf die oben erwähnte Weise gefundenen Inhalt um $\frac{7}{8}$ vermehrte, während

3) Megrigny ihn als einen abgestumpften Kegel ansahe, dessen größte Grundfläche das Doppelte der Abschnittsfläche oder der kürzesten Widerstandslinie ist.

4) Ganz von diesen weicht Balliere d. A. ab, weil nach ihm — sobald der obere Durchmesser das Doppelte der K. W. L. ist — die krumme Profillinie des Trichters eine Parabole bildet, deren Brennpunkt im Mittelpunkt der Kammer lieget.

5) Der bekannte Englische Mathematiker J. Müller siehet mit Belidor und La Chapelle den Minentrichter für einen abgestumpften parabolischen Afterkegel an, und gründet auf diese Form die Berechnung des Inhaltes sowohl als der entsprechenden Ladungen.

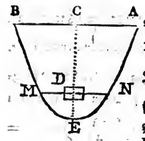
Sucht man nun bei einer und eben derselben K. W. L. den Inhalt dieser verschiedenen Trichterformen, bekommt man

1) Für den rechtwinklichen Kegel	1,0471.
2) — denselben um $\frac{7}{8}$ vermehrt	1,1967.
3) — den abgestumpften Kegel	1,8325.
4) — den parabolischen Kegel	1,9243.
5) — die abgestumpfte Paraboloide	1,8463.

So groß aber auch der Unterschied immer ist, giebt er doch bei Berechnung der erforderlichen Ladungen keine bedeutenden Abweichungen, wenn nur die Wirkung einer Versuchmine dabei zum Grunde geleget wird. (S. Ladungen.)

Unter allen vorerwähnten Formen scheinet die abgestumpfte Paraboloide der Natur am nächsten zu kommen; denn Müller hat nach den von Belidor zu la Fere angestellten Versuchen die Durchmesser der Trichter bei 10 Fuß K. W. L. berechnet, und gefunden:

Ladungen der Minen in Pfunden	Berechneter Durchmesser in Fuß	Beobachteter Durchmesser in Fußen
160	26,4	26
200	28,64	28,75
240	31,2	31,33
280	33,2	33,5
320	35,3	36
360	37,4	38,5



Es ist aber die Gleichung für die Parabole $yy = px$, folglich wird das Differential für den Inhalt $\frac{cpxdx}{2r}$, dessen Integrale $\frac{cpx^2}{4r} + C$ ist, oder wenn man für px den Werth yy setzt, $\frac{cyy}{2r} \times \frac{x}{2} + C$. Verlangt man den Inhalt vom Punkte E an, wird dieser Null wenn x Null ist; setzet man nun die stetige $C = 0$, so ist der Inhalt $\frac{cyy}{2r} \times \frac{x}{2}$. Nun ist $\frac{cyy}{2r}$ die Zirkelfläche, welche AC zum Halbmesser hat, oder die Grundfläche der Paraboloide EBAE, folglich ist die Paraboloide die Hälfte des Produktes ihrer Grundfläche mit ihrer Höhe x, folglich auch die Hälfte eines Cylinders, der gleiche Höhe und gleiche Grundfläche hat.

Will man den Inhalt von einem bekannten Punkte D an haben, so daß $ED = e$, muß der Inhalt im Punkte $D = 0$

seyn, das heißt: wenn $x = e$, muß auch die allgemeine Integrale Null seyn, wenn nämlich $\frac{cpx^2}{4r} + C$ wird $\frac{cpe^2}{4r} + C$; soll dies nun Null seyn, hat man $\frac{cpe^2}{4r} + C = 0$, folglich $C = -\frac{cpe^2}{4r}$; der Inhalt eines Abschnittes der Paraboloide, der zwischen 2 parallelen Flächen liegt, deren Entfernungen vom Scheitel x und e sind, ist daher $\frac{cpx^2}{4r} - \frac{cpe^2}{4r} = \frac{cp}{4r}(x^2 - e^2)$.

Wenn demnach die Wände des Minentrichters einen parabolischen Afterkegel bilden, der zum Brennpunkte den Mittelpunkt der Kammer hat, und wo die kürzeste Widerstandslinie DC die Hälfte des Durchmessers AB ist, läßt sich der Inhalt des ausgehobenen Erdteiles folgendergestalt berechnen.

Man nenne a die Linie $CD = CA$, und man hat durch die Eigenschaften der Parabole $\frac{aa}{a+e} = 4e$; da $e = DE$, so erhält man $e = -\frac{1}{2}a + \frac{1}{2}a\sqrt{2}$, daher $x = a + e = \frac{1}{2}a(1 + \sqrt{2})$ und folglich $xx - ee = a^2\sqrt{2}$; nun ist $p = 4e$, daher auch $p(xx - ee) = 2a^3\sqrt{2}(-1 + \sqrt{2}) = 2a^3(2 - \sqrt{2})$. Der gesuchte Inhalt, der allgemein $\frac{cp}{4r}(x^2 - e^2)$ ist, wird daher $\frac{c}{2r}a^3(2 - \sqrt{2}) = \frac{355}{113} \times a^3(2 - 1{,}4142135) = 1{,}8403012\, a^3$, oder nahe $\frac{46}{25}$ vom Würfel der kürzesten Widerstandslinie.

Oder, weil man den Inhalt des parabolischen Afterkegels (siehe dies Wort) $= \frac{316}{168} r^3$ gefunden hat, setze man $DE = EC - DC = x - r = r\left(\frac{1 + \sqrt{2}}{2}\right) - r = \frac{r + r\sqrt{2} - 2r}{2} = r\left(\frac{\sqrt{2} - 1}{2}\right)$; weil nach den Eigenschaften der Parabole dieser Kegel $MEN =$ (Kreis von MD) $\times \frac{1}{3}$ DE, und die doppelte Ordinate welche durch den Brennpunkt D gehet, dem Parameter oder 4 DE gleich ist. Es wird demnach $MD = 2DE = r(\sqrt{2} - 1)$ und der Kreis von $MD = mr^2(3 - 2\sqrt{2})$ seyn, wenn m das Verhältniß des Durchmessers zur Peripherie, $= \frac{22}{7}$ ausdrückt. Man bekommt dadurch für den gesuchten Inhalt des kleinen abgeschnittenen Kegels

$mr^2 (3-2\sqrt{2}) r \left(\frac{\sqrt{2}-1}{4}\right) = \frac{mr^3 (5 \cdot 1{,}414 - 7)}{4} =$

$\frac{mr^3}{4} 0{,}070 = mr^3 \cdot 0{,}0175 = \frac{22}{7} \cdot 0{,}0175\, r^3 = 0{,}055\, r^3.$

Daher $\frac{319 r^3}{168} - 0{,}055 r^3 = 1{,}843 r^3 = \frac{184 r^3}{100} = \frac{46}{25} r^3$, wie vorher.

Es bedienen sich die Minirer demohngeachtet bei der Berechnung ihrer Ladungen immer nur des **abgestumpften Kegels**, dessen kleiner Halbmesser die Hälfte des großen ist, welches sich aber bei dem abgestumpften Parabolischen Kegel keinesweges so verhält; denn $MD = r(\sqrt{2}+1) = r \cdot 0{,}414 < \frac{1}{2} r$ oder $\frac{AC}{2}$. Wenn man jedoch den Inhalt beider berechnet, so verhält sich die abgestumpfte Paraboloide zu dem abgestumpften Kegel, wie $\frac{46}{25} r^3 : \frac{11}{6} r^3 = 276 : 275$. Folglich ist der abgestumpfte Kegel nur um $\frac{1}{275}$ kleiner als die verkürzte Paraboloide, und man kann ohne wesentlichen Irrthum den einen für die andere setzen.

Der Inhalt eines einfachen abgestumpften Kegels aber ist $= \frac{mK}{3(K-r)} (R^3 - r^3)$, wo (Tab. XXV. 313) $R = AG$, $r = FD$; $K = CD$, weil der Inhalt des **ganzen** Kegels, wenn m das Verhältniß des Durchmessers zur Peripherie ausdrückt, ist $= \frac{mR^2}{3}\left(K + \frac{Kr}{R-r}\right)$; denn seine Länge ist $K + x$, welches letztere man findet, indem $R : r = K + x : x$, und $R - r : r = K + x - x : x = K : x$ und endlich $x = \frac{Kr}{R-r}$; daher der Inhalt des kleinen Kegels $= \frac{mr^2}{3}\left(\frac{Kr}{R-r}\right)$.

Da aber bei den gewöhnl. Minen $K = R$, und $r = \frac{3R}{7}$ beinahe, bekommt man $\frac{mR}{12} \cdot 7 R^2 = \frac{7}{12} mR^3$. Es ist $m = \frac{22}{7}$, daher: $\frac{7}{12} mR^3 = \frac{7}{12} \cdot \frac{22}{7} R^3 = \frac{22}{12} R^3 = \frac{11}{6} R^3$; oder der abgestumpfte Kegel hat $\frac{11}{6}$ des Würfels seiner K. W. L. zum Inhalte.

Trockner Graben. S. Graben.

Trompe, sich auswärts erweiterndes Gewölbe. S. **Schießscharten.**

U.

Ueber Bank schießen. S. Bank.

Ueberfall (Surprise) scheinet bei der gegenwärtigen Beschaffenheit der Festungen und Anordnung der Sicherheitswachen unmöglich zu seyn, und ist dennoch schon öfters gelungen, weil die Besatzungen es entweder an den gehörigen Vorkehrungen, oder an der Wachsamkeit fehlen ließen. Ist letzteres nicht der Fall, findet auch kein Ueberfall statt: und selbst bei einer blos von Mauern umschlossenen Stadt würde der Angreifende sein Unternehmen scheitern sehen. Alle Besatzungen sollten sich daher die Wachsamkeit und Ordnung der Oesterreicher zum Beispiel nehmen, die von den Franzosen in Freiburg während des Friedens in derselben Nacht angegriffen, wo der unglückliche Herzog von Enghien geraubt ward, sie mit einem bedeutenden Verlust zurückwiesen.

Der Ueberfall muß — wie überhaupt jeder Angriff — immer auf einer genauen Kenntniß der Festung beruhen, die man überfallen will. Es ist nicht genug, die Beschaffenheit der Wälle, Gräben, Thore, Brücken rc. zu kennen: man muß auch wissen, wie sie besetzt sind und bewacht werden. Man muß die Stärke der Besatzung, ihren Geist, ihre Art den Dienst zu verrichten, den Charakter des Commandanten, — mit einem Worte — tausend kleine Umstände kennen, die unbedeutend scheinen und dennoch gewöhnlich auf den Ausgang eines solchen Unternehmens sehr wesentlichen Einfluß haben. Als der große Räuber vor der Schlacht bei Leipzig 1813 mit seinen Horden in Dresden lag, lagen in der mit einem Erdwall und pallisadirtem Graben umschlossenen Neustadt einige Bataillone Westphalen, die an jedem der Thore etwa 60 Mann, die 5 vorliegenden Werke aber, jedes mit 150 Voltigeurs besetzt hatten. Hinter diesen Vorwerken war ein Lager, worin sich die größtentheils unbewaffneten Flüchtlinge aus den Schlachten an der Katzbach und bei Kulm, nebst allen Trainpferden der Artillerie befanden. In einer sehr finstern Nacht stieß ein Trupp von etwa 30 Mann preußischer Uhlanen auf eine der Schanzen, allarmirte diese, gieng um sie herum, und verbreitete im Lager Schrecken und Verwirrung. Mit Hinterlassung des Gewehres flohen die Franzosen, unter lautem Schreien Cosaques! dem Thore zu, wo sie die Pallisaden überkletterten, um sich in die Stadt zu retten. Hier war zwar die Wache gleich im Gewehr, jedoch der Tambour fand sich nicht, als er Lerm schlagen sollte. Erst nach Verlauf einer halben Stunde blies ein Waldhornist von den Voltigeurs Lerm, und es dauerte über

zwei volle Stunden, bis die Besatzung auf den Sammelplätzen sich aufgestellt hatte. Wäre jener Trupp ein Detaschement von etwa 6000 Mann gewesen, und, anstatt sich mit Tödtung der Trainpferde aufzuhalten, gerade auf die Stadt losmarschirt, deren Graben in dem losen Sande über die Hälfte zugerollet war, so ist kein Zweifel, daß sie sich ohne großen Verlust hätten der Neustadt bemächtigen und den Franzosen empfindlichen Schaden zufügen können.

Die Anstalten zu dem Ueberfall gehören nicht für den Ingenieur, sie werden immer von dem Oberbefehlshaber und seinem Generalstaabe angeordnet. Jener aber muß darauf Rücksicht nehmen, daß es nicht an Mitteln fehlet, die Thore und Gatter zu öfnen, um über den Graben zu kommen, wenn er mit Wasser angefüllt ist, oder wenigstens eine breite und tiefe Cünette hat. Aexte und Brecheisen sind zu dem ersten Zweck gewöhnlich nicht hinreichend, wohl aber können schwere Granaten sehr gut die Stelle der Petarden vertreten, wenn sie gleich diesen an das Thor gehangen und angezündet werden. Die in der Nähe befindlichen Truppen müssen sich jedoch im Augenblick des Springens der Granate platt auf die Erde niederwerfen, damit sie nicht von den umherfliegenden Stücken beschädiget werden. Einen bloßen Pulversack mit etwa 50 Pfund an das Thor zu henken, wie die französischen Minirer wollen, würde allenfalls nur bei der schwachen Thüre eines gewöhnlichen Hauses seinen Zweck erfüllen. Daß es an einem Stadtthore nicht genüget, hat die Erfahrung bewiesen.

Oft verwandelt sich der Ueberfall in einen gewaltsamen Angriff, wenn der Feind noch schnell genug sich versammelt, um Widerstand zu thun. Man muß daher auch darauf vorbereitet seyn, um das Unternehmen dennoch durchzusetzen, oder sich wenigstens, wenn es ganz fehlschlagen sollte, mit so wenig Verlust als möglich, zurückzuziehen. (S. Angriff.)

Die Mittel, welche eine Festung gegen Ueberfall und gewaltsamen Angriff sichern, sind:

a) gut verwahrte Eingänge;

b) Ein Wassergraben, oder eine 5 Fuß tiefe und 30 Fuß breite Cünette;

c) Genugsam hohe Futtermauern, sowohl am Hauptwall als an den Außenwerken;

d) Besetzung der letztern und des bedeckten Weges mit Nachtpiquets;

e) Unausgesetzte Patrouillen in der Umgegend der Festung, von Kavallerie oder Infanterie, je nachdem das Terrain es fordert;

f) Eine nächtliche Bereitschaft, die stark genug ist, zwei an-

gegriffene Posten hinreichend zu unterstützen, bis die Besatzung ins Gewehr kommen kann;

g) Vertraute Leute in den umliegenden Orten, die von der Annäherung des Feindes, wenn er auch nicht stark erscheinet, augenblicklich Nachricht geben.

Wittenberg wäre 1809 höchst wahrscheinlich in Schills Hände gefallen, hätte nicht der Justizbeamte in Bölzig, bei seiner Ankunft in Niemeck, einen reitenden Boten abgesendet, der Eine Stunde früher als Schill nach Wittenberg kam.

Werden alle diese Maaßregeln beobachtet, so kann kein Ueberfall, selbst gegen eine nur schwache Besatzung statt finden, und der gewaltsame Angriff nur mit großem, unverhältnißmäßigem Verlust gelingen.

Ueberfall (Deversoir) heißt eine Stauschleuße, die das Wasser in einer Freiarche nur bis zu einer gewissen Höhe anspannet, und dann das Ueberflüssige von selbst ablaufen läßt. Auch die Dämme, welche eine Ueberschwemmung zur Verstärkung einer Festung bewirken sollen, müssen mit einem Ueberfall versehen werden, durch den das Wasser abfließen kann, wenn es hinter dem Damme die bestimmte Höhe erreicht hat. Ein solcher Ueberfall wird immer mit Bohlen oder wenigstens mit Faschinen eingefaßt, und mit einem Vorboden versehen, der das Unterwaschen der äußern Seite des Dammes verhindert, weil dadurch ohnfehlbar der gänzliche Umsturz des Dammes herbeigeführet werden würde. Müller (Verschanzungskunst auf Winterpostirungen) giebt umständliche Nachricht von dem Bau der Fangdämme und Ueberfälle.

Uebergabe einer Festung geschiehet im Gefolge ihrer Belagerung, nachdem der Feind eine Sturmlücke in den Hauptwall zu Stande gebracht hat und nun den Sturm vorbereitet, wenn anders sich keine Abschnitte auf der angegriffenen Fronte befinden; denn in diesem Falle muß durchaus der Sturm und die Erbauung einer Batterie gegen den Abschnitt abgewartet werden.

Wenn nun die Besatzung Chamade schlägt und eine weiße Stillstandsfahne aussteckt, darf das Feuer der Belagerer zwar unterbrochen, jedoch nur auf wenige Stunden ausgesetzt werden, weil außerdem jene die dadurch gewonnene Zeit benutzen würde, die Beschädigungen der Festungswerke wieder auszubessern, und neue Vertheidigungsanstalten zu machen. Dann erst, wenn man sich über die Hauptbedingungen der Uebergabe geeiniget hat, kann ein Waffenstillstand statt finden und das Feuer völlig aufhören. Jetzt wird gewöhnlich von dem Belagerer Ein Thor und die Bresche besetzt, und der Vergleich wegen der Uebergabe mit dem Bela-

Belagerten vollends zu Stande gebracht, je nachdem die Besatzung

a) mit allen Kriegsehren auszieht, und sich blos verbindet, einige Zeit nicht gegen den Eroberer zu dienen,

b) in demselben Falle das Gewehr auf dem Glacis strecket und kriegsgefangen ist;

c) gleich von Anfang als Kriegsgefangene auszieht.

Dem zufolge werden die Vergleichspunkte aufgesetzt, mit Berücksichtigung

1) des Schicksals der Besatzung,
2) der eigentlichen Uebergabe der Festung, und
3) der darinnen befindlichen Mund- und Kriegsvorräthe,
4) des Verhältnisses der Bürger und Einwohner
5) der während der Belagerung gemachten Kriegsgefangenen und der Ueberläufer.

Sobald der Vergleich abgeschlossen ist, werden die Festungswerke mit ihrem Zubehör an Pallisaden, Gatterthoren, Wacht-Inventarien, so wie alle Zeichnungen und zur Fortifikation gehörige Akten ꝛc. von den Ingenieurs, alles zum Geschütz gehörige aber von den Artilleristen übernommen. Die Laufgräben, Batterien ꝛc. werden zugeschüttet, und die eingeschossenen Festungswerke so gut als möglich wieder hergestellt, indem man Faschinen oder Holz an die Stelle der Mauerverkleidungen setzt.

Uebergang über den Festungsgraben (Descente et passage du fossé) wird von dem Belagerer nach seiner Festsetzung im bedeckten Wege und nach bewirkter Bresche unternommen. Das Hinabsteigen in den Graben geschiehet gewöhnlich vermittelst einer doppelten, oben mit Blendungen, Faschinen und Erde bedeckten Sappe in den Graben hinab, so daß man bei einem trockenen auf der Sohle, und bei einem nassen Einen Fuß über dem Wasserspiegel ankommt. **Vauban** will zwar dieses Hinabsteigen vermittelst einer unterirdischen Gallerie, einem Minengange ähnlich, geschehen lassen; allein die Langsamkeit dieser Arbeit stehet ihrer Anwendung entgegen. Selbst die gewöhnliche bedeckte Sappe läßt sich in einem sehr flachen Boden (wo man in einer Tiefe von 2 Fuß schon Wasser findet) nicht ohne bedeutende Schwierigkeiten zu Stande bringen. Man muß sich nämlich selbst zur Seitendeckung dann andrer Mittel, der Faschinen, Sandsäcke u. dgl. bedienen, weil es dazu an hinreichender Erde fehlt. Wollsäcke werden zwar häufig von den Kriegsschriftstellern empfohlen, aber nirgends dazu in hinreichender Menge angetroffen.

Wenn die Futtermauer der Contrescarpe durchbrochen ist, geschiehet bei einem trockenen Graben der Uebergang der zum

Sturm bestimmten Truppen ohne weitere Vorbereitung; vorausgesetzt, daß die Flanken der Bollwerke wehrlos geschossen sind, und daß man sich des angegriffenen Bollwerkes und Ravelins völlig bemächtigen kann. Finden diese beiden Bedingungen jedoch nicht statt, muß man sich mit einem bloßen Logement auf der Sturmlücke begnügen, um den dahinter liegenden Hauptabschnitt anzugreifen; dann ist es besser, ja selbst nothwendig, vermittelst der Sappe über den Graben zu gehen, und die Verbindung der Bresche mit der Contrescarpe durch eine gute Schulterwehr zu decken.

Ganz andere Schwierigkeiten finden sich bei einem Wassergraben zu besiegen, besonders wenn das Terrain keine Gelegenheit giebt das Wasser abzulassen, wie es bei Vorgräben bisweilen möglich ist und von den Franzosen in der Belagerung von Freiburg geschahe. Hier ward der am Fuße des Glacis hin fließende Treisam durch einen 1246 Ruthen langen Kanal abgeleitet, der bei 126 Fuß Fall, $22\frac{1}{2}$ Fuß verglichene Breite und $4\frac{1}{2}$ Fuß Tiefe bekam. Ein unerwartetes Anschwellen des Flusses brachte jedoch die Franzosen zum Theil um die Früchte dieser beschwerlichen Arbeit. Der Treisam ward keinesweges völlig trocken, sondern mußte, des Kanals ohngeachtet, an den Uebergangsorten noch überbrückt werden.

Wenn der Festungsgraben stille stehendes Wasser hat, ist es hinreichend, einen Damm von Wasserfaschinen über zu führen. Man legt zu dem Ende einen Wollsack in die Oeffnung des nach dem Graben hinabführenden Ganges, hinter dem sich 2 Sappierer stellen und die ihnen zugereichten Faschinen darüber hinein werfen, so daß jede Lage derselben die darunter befindliche kreuzet. Cormontaigne berechnet zu einem dergleichen Faschinendamm,

auf die laufende Toise:	ganzer Bedarf
670 Faschinen	70000
518 Sandsäcke	42000
60 Hurten	4200
6 Schanzkörbe	630

mit Einschluß des Vorrathes und unter der Voraussetzung, daß zwei Dämme nach dem Ravelin, jeder 15 Toisen lang, und zwei Dämme über den Hauptgraben, jeder 20 Toisen lang, gemacht werden sollen.

Die Breite des Dammes ist gewöhnlich 24 Fuß, damit 8 Mann neben einander den Sturm antreten können. Man macht ihn daher unten zu besserem Widerstande 48 Fuß breit, damit er oben, mit Einschluß der 6 Fuß für die Schulterwehr, noch 36 Fuß breit bleibet.

In dem großen Niederländischen Kriege, wo überhaupt die Belagerungen immer mit einem großen Kraftaufwande geführet

wurden, bediente man sich, unter dem Namen der Erdwalze noch eines andern Mittels zu dem Uebergange über Wassergräben. Man fing nämlich in einiger Entfernung von dem Graben an, das Glacis als eine Parallele aufzugraben, daß ein etwa 100 Fuß langer Erdhaufen von bedeutender Höhe entstand, den man durch mehrere angestellte Arbeiter vorwärts treiben und zuletzt in den Graben stürzen ließ, der dadurch größtentheils angefüllet ward. Aus der ungeheuren Menge Erde, welche auf diese Weise fortgetrieben werden mußte — 200000 Würfelfuß — folgt die Schwierigkeit ihrer Anwendung von selbst.

Für solche Gräben, die ein strömendes Wasser haben oder durch ein Schleußenspiel bekommen können, ist ein Faschinendamm nicht wohl anwendbar, weil die Faschinen von dem Strome mit fortgerissen oder wenigstens gleich anfangs in Unordnung gebracht werden würden. Es sind daher von den Ingenieuren in diesem Falle Bockbrücken, oder schwimmende Brücken vorgeschlagen worden, die man durch eingetriebene Pfähle oder durch Anker gegen das treibende Wasser befestigen kann.

Obgleich die Bockbrücken übrigens der Absicht gut entsprechen, es sey nun daß man sie, wie gewöhnlich, mit Balken und Dielen beleget, oder daß man Faschinen zwischen und auf sie wirft, damit das Wasser zwischen ihren Beinen einen freien Abfluß findet, lassen sich doch die Böcke nur mit viel Mühe und Gefahr im Graben aufstellen. Am zweckmäßigsten scheinen hier Floßbrücken aus einzelnen Gliedern von 6 oder 8 Sparren bestehend zu seyn. Die Glieder werden in dem Absteigungsgange verfertiget, in das Wasser geschoben, und alsdann durch Pontoniere zusammen gesetzt. Sie müssen aber lang genug seyn, um auf der Brücke neben dem Belage noch eine etwa 6 Fuß dicke Schulterwehr von Faschinen oder Sandsäcken anbringen zu können; zugleich müssen sie auf beiden Seiten überstehen, damit die Brücke nicht auf Einer Seite mehr beschweret, unter der Last eingetauchet wird und umstürzet.

Auch Sturmbrücken und gut verpichte Kasten, die in mehrere kleine Fächer getheilet sind, daß sie nicht durch Einen Schuß völlig mit Wasser angefüllt und untergetauchet werden können, wie sie ehedem bei der holländischen Artillerie üblich waren, oder die ebenfalls in wasserdichte Fächer getheilten sächsischen blechernen Pontons, würden sich mit bedeutender Erleichterung und Beschleunigung der Arbeit anwenden lassen.

Ueberhöhen der Festungswerke gegen einander (Commandement) wird von vielen Ingenieuren deshalb empfohlen, weil es Gelegenheit zu einer gleichzeitigen Vertheidigung mehrerer hinter einander liegenden Werke giebt. St. Paul verlangt: daß die Krone der Brustwehr eines Werkes 4 Fuß,

oder sein Auftritt 8 Fuß unter der Feuerlinie des hintern Werkes liegen müsse, damit beide zugleich feuern können. Allein, wenn auch ein solches gleichzeitiges Feuer gegen einen gewaltsamen Angriff nützlich seyn könnte, ist es doch bei einer regelmäßigen Vertheidigung, wo man überhaupt mehr auf das Geschütz und wenig oder nicht auf das kleine Gewehr rechnen muß, von keinem Nutzen. Dazu noch, daß alle Kugeln, welche über die vordern Werke hinweg gehen, hier die hintern treffen, und alles auf einmal zerstöhret wird. Herbert, Falois, Humbert, Belair u. n. m. verwerfen deshalb das Ueberhöhen der Werke gänzlich, und wollen sie alle in gleicher Höhe anlegen, so daß die hintern völlig durch die vorliegenden gedeckt sind, wo denn auch der feindliche Schleuderschuß nur geringe Wirkung thun kann. (Man sehe die Artikel Höhe, Defilement und Profile).

Ueberladene Minen. S. Globe de compression und Ladungen.

Ueberragende Gewölbe (Trompe) heißen die sich auswärts erweiternden Bögen, wie man sie bei den Schießscharten anwendet w. n. t.

Ueberschutt (la chape) heißt die Bedeckung des Gewölbrückens mit wasserdichtem Mörtel, um das Eindringen der Nässe und das dadurch verursachte Verderben des Gewölbes zu verhindern. (S. Kasematten).

Ueberschwemmung (inondation), durch künstliches Anschwellen eines Flusses bewirkt, ist als eins der wichtigsten Verstärkungsmittel anzusehen. Jede von einer 5 Fuß tiefen Wasserfläche beschützte Fronte ist als völlig unangreifbar zu halten. Erstrecket sich zugleich die Ueberschwemmung auf eine große Weite, so nöthiget sie den Feind, seine Einschließungsquartiere sehr auszudehnen, und hindert ihn bei der Anlegung seiner Ersten Batterien. Je einen größern Raum der Festung sie umfaßt, je mehr erschweret sie den Angriff, wie die Beispiele der frühern und der spätern Zeit hinreichend beweisen. Selbst dann, wenn sie auch nur eine Tiefe von 3 oder 4 Fuß haben, oder wenn sie im Verlauf der Belagerung vom Feinde abgelassen werden können, sind sie noch nützlich, weil sie die Führung der Laufgräben erschweren und verzögern.

Man bewirkt die Ueberschwemmung auf zweierlei Weise: entweder durch Schleusen (s. dies Wort) oberhalb der Festung, oder durch Fangdämme unterhalb derselben. Die erstere Art ist unbezweifelt die vortheilhaftere, weil es in der

Hand des Belagerten stehet sie nach Willkür anzuspannen. Er kann daher dem Feinde so lange Ruhe lassen, bis er diese schwächere Seite der Festung zum Angriff gewählet hat, um dann seine Laufgräben und Batterien plötzlich zu überschwemmen, und ihn nun zur Wahl eines andern Angriffspunktes zu nöthigen. Welche Verlegenheit für den Belagerer, und welche Verzögerung der Belagerung dadurch entstehen muß, ist klar. Es ist jedoch hier durchaus nothwendig, seiner Mittel gewiß zu seyn, weil die fehlgeschlagene Bewirkung der Ueberschwemmung nothwendig den Fall der Festung veranlassen würde. Die Stauschleußen, Schutzfallen, Bären 2c. müssen zu dem Ende bombenfest bedeckt und gebauet, oder sehr leicht herzustellen seyn im Fall sie ja beschädiget würden. Am vortheilhaftesten sind große steinerne Brücken, deren Pfeiler mit Querbalken verschlossen werden können, wie die große Stauschleuße zu Metz, die Belidor in seiner Wasserbaukunst Part. 2, Nr. 319 beschreibet. (S. Schleußen). Wird der Fluß durch Schutzfallen verschlossen, wie in Valenciennes, Colberg u. a. O. darf es nicht an vorräthigen Fallen und Rähmen fehlen, um im Nothfalle die beschädigten sogleich ersetzen zu können.

Können die zu Hervorbringung der Ueberschwemmung dienenden Mittel nicht innerhalb der Festungswerke angebracht werden, wie da wo man durch die Lage genöthiget ist die Ueberschwemmung unterhalb der Festung zu legen: muß man sie durch starke, wo möglich in der Ueberschwemmung selbst liegende — und vielleicht dadurch unangreifbare — Werke decken. Da der Feind gegen diese Werke seinen Ersten Angriff richten wird, darf man kein Mittel vernachlässigen, sie zu einem kräftigen Widerstande geschickt zu machen. (S. Vorwerke). Jedoch immer in der Voraussetzung, daß sie im Kanonenschuß der Festung, d. h. nicht über 600 Schritt von derselben liegen, und daher von ihr unterstützt werden können. Noch weiter entfernt, würden sie in die Cathegorie besonderer kleiner Festungen treten, wo dann „die erforderliche Größe, die dadurch vermehrten Baukosten, die besondere Ausrüstung, Besatzung und vollständige Versorgung mit Munition und Lebensmitteln zu berücksichtigen sein würden, ehe man sich zu ihrer Anlegung wirklich entschließt."

Wenn der Boden zu stark abfällt, würde der Fangdamm zu hoch und stark, oder die Ueberschwemmung an den höher liegenden Theilen zu flach werden. Man durchschneidet sie daher mit Zwischendämmen, um dadurch das Wasser überall in beinahe gleicher Höhe zu erhalten. Diese Dämme aber müssen mit den in ihnen befindlichen Schleußen oder Ueberfällen nicht allein der Länge nach von irgend einem Festungswerke bestrichen

werden können, sondern auch noch besonders verschanzt und gedeckt werden. Jede Ueberschwemmung endlich, wenn sie ihren Zweck ganz erreichen soll, muß sich bis auf den Fuß des Glacis erstrecken, dem man hier keine größere Breite geben muß, als eben nöthig ist, dem Stückschuß zu widerstehen, und die hinter ihm liegenden Futtermauern zu schützen.

Obgleich aber die durch eine nicht abzulassende Ueberschwemmung gedeckte Seite einer Festung gegen den regelmäßigen Angriff sicher ist, muß man sie doch gegen Ueberfall verwahren, der auf Fahrzeugen oder im Winter auf dem Eise möglich bleibet. Eine Pallisadirung, verbunden mit einer guten Bestreichung aller Linien aus mehreren Geschützen, scheint hier am zweckmäßigsten, wenn besonders die Wälle keine Futtermauern haben, und dadurch Gelegenheit zur Ersteigung geben. Es bedarf jedoch hier keiner so starken Wälle, keiner zahlreichen und gedeckten Geschützstände, und keiner Verstärkung durch Außenwerke, deren Baukosten überflüssig und daher als verlohren anzusehen seyn würden.

Landseen und völlig unwadbare Sümpfe sind ebenfalls wie Ueberschwemmungen zu betrachten. Sie machen die an sie stoßende Fronte der Festung unangreifbar. Führen Dämme oder Wege durch den Sumpf, müssen sie durchschnitten und sowohl an ihrem Eingange befestiget, als durch besondere Werke bestrichen werden, wenn vielleicht erhabene feste Stellen im Moraste, oder kleine Inseln im See dazu Gelegenheit geben. Alle diese einzelnen Werke jedoch — wenn sie wirklich Nutzen bringen sollen — müssen in der Kehle geschlossen, und daselbst wo möglich durch Ein Geschütz vertheidiget seyn, wenn der Feind sie vielleicht mit Fahrzeugen im Rücken angreifen wollte. Eben so darf es ihm nicht an einer Bedeckung gegen die Bomben fehlen, damit ihre Besatzung nicht durch diese gezwungen werden kann die Vertheidigung aufzugeben. Werden bei solchen Festungen, die wie Mantua oder Stralsund mitten im Wasser liegen, die äußersten Enden der Dämme so befestiget, daß der Feind keine Wurfbatterien gegen die Festung errichten kann, ehe er nicht die vor den Dämmen liegenden Werke genommen hat, und daß er genöthiget ist auf diese einen förmlichen Angriff zu führen; so muß er auf diese Weise zwei Belagerungen für Eine führen, denn die Eroberung des Vorwerkes bringt ihm keinen andern Gewinn, als Wurf- und Rikoschetbatterien gegen die Festung errichten zu können.

Auf dem Damme selbst aber darf man keine Zwischenposten und Schanzen A anlegen (F. 314 Tab. XXV.) die dem Feinde gute Gelegenheit zu Logementern und nähern Batterien m darbieten, wenn er sich ihrer, wie es niemals fehlet, in der Folge bemei-

ſtert hat. Eben ſo nachtheilig würde es ſeyn, ein Hornwerk vor den Damm zu legen, deſſen beide Schenkel neben ihm hinlaufen, um dadurch die Verbindung mit der Feſtung zu ſichern. Der Wallgang dieſer Schenkel dienet dann die Zick-Zacks auf ihm vorzutreiben, und an ſeinem äußerſten Ende wenigſtens ein paar Geſchütze gegen die Feſtung aufzuſtellen. Noch ſchlimmer iſt es, wenn man vor die Schenkel noch einen bedeckten Weg leget, der dem Feinde alsdann hinreichenden Raum und Deckungsmaterial verſchaffet.

Die Beſtreichung des Dammes findet dann nach Verſchiedenheit des Terrains ſtatt;

a) durch bewaffnete Fahrzeuge oder ſchwimmende Batterien, wenn die Feſtung in einem großen See liegt;

b) in einem Moraſte durch leichte Batterien, die man auf 4 bis 6 fach kreuzweis über einander gelegten Faſchinen erbauet, mit einer etwa 14 Fuß ſtarken Bruſtwehr von Sandſäcken. In einem Torfmoor aber würde man, anſtatt der Unterlage von Faſchinen, die Batterie auf eine Art liegender Roſte oder Flöße ſetzen müſſen, weil außerdem d[illegible] Eintauchen der Batterie zu beſorgen ſeyn würde.

Ueberſchneiden zu Verbindung zweier, horizontal über einander liegender Hölzer iſt ſchon oben (Artikel Roſtwerke) beſchrieben worden.

Ueberwölbt (surhaussée) heißt ein Gewölbe, wenn ſeine Höhe größer iſt, als ſeine halbe Tiefe, wodurch es den [illegible]eisbogen bald mehr bald weniger überſteigt.

Uebungen der Truppen, geben ihnen bei Ausführung der verſchiedenen Kriegsarbeiten nur allein die nöthige Sicherheit, durch welche die hier ſo nachtheiligen Fehlgriffe und Unordnungen vermieden werden. Im Feſtungskriege beſonders liegen die größten Schwierigkeiten und Hinderniſſe in der Ungewohnheit nächtlicher Arbeiten, und in dem Schrecken das hier jeder Verfall bei Menſchen erreget, die weder das gefährliche ihrer augenblicklichen Lage noch auch die Hülfsmittel kennen, welche in ihrer Hand liegen ſich aus jener zu befreien. Will man Unordnungen verhüten, kann man nicht mit der Schnelligkeit verfahren, welche zur baldigen Sicherſtellung der Arbeiter nöthig iſt. Sind im Gegentheil die Truppen in der Ausführung ſolcher Unternehmen geübt, daß jeder weiß warum er da iſt, was er zu thun, was er zu erwarten und auf welche Art er ſich in jedem vorkommenden Falle zu benehmen hat: ſind ſie auch dem Erſtaunen und Erſchrecken nicht unterworfen, und die daraus entſpringenden Unordnungen werden vermieden.

Die Arbeit kommt geschwinder zu Stande, die Leute sind gedeckt und der Verlust ist weit geringer, als wenn die Soldaten unwissend und ohne alle Bekanntschaft mit der Arbeit angeleget werden.

Diese Bekanntschaft aber mit den Belagerungsarbeiten vermag der Soldat nur durch Uebung zu erwerben, die bei ihm reinpraktisch ist, bei dem Offizier aber sich auf vorhergehenden Unterricht und Theorie gründet. Selbst für letzteren sind die Uebungen nützlich ja unentbehrlich, wie die Ingenieur- und Artillerie-Schulen erweisen, wo der praktische Theil des Unterrichtes der bei weitem wichtigere desselben ist. Bousmard sagt über diesen Gegenstand:

„Man wird mir wie ich glaube zugeben, daß wenn alle Offiziere einer Armee jährlich, ein jeder an dem Orte wo er in Besatzung liegt, die Nachbildung einer Belagerung versuchten, daß alsdenn die Theilnehmung der Truppen sowohl an dem Angriff als an der Vertheidigung der Werke, diese sinnliche Nachbildung weit lebhafter machen wird; man wird mir, sage ich, zugeben, daß wenn alle Offiziere dieser Armee jährlich eine gleiche Uebung, bald in dem einen bald in dem andern Platze vornähmen, daß sie sich alsdenn früher oder später eine wo nicht größere, doch wenigstens eben so große Kenntniß erwerben müßten, als sich die französischen Ingeniere zu Mezieres erwarben, wenn sie zweimal die Belagerung dieses Platzes im Bilde vornahmen. Aber ohne uns weiter dabei aufzuhalten dasjenige zu beweisen, was sicher durch seine Einfachheit in Staunen setzt, die man gar nicht einmal argwohnte, wollen wir zur Beschreibung dieser Uebungen übergehen, so wie man sie in Hinsicht auf die Belagerung vornehmen kann."

"Was die erstern betrifft, wird in der Jahrszeit wo das Erdreich nach der Erndte ohne Schaden dazu benutzt werden kann der größte Theil der Offiziere der Besatzung eines jeden Platzes auf das Terrain der Berennung und der Approschen dieses Platzes von den Ingeniür-Offizieren, die sich in der Festung befinden, geführt; welche ihnen eine Erklärung von allen bei der Belagerung dieses Platzes vorfallenden Operationen geben, und sie unter ihrer Aufsicht eine Nachbildung dieser Belagerung und aller Operationen vornehmen lassen. Der andere Theil der Besatzung bleibt mit einem andern Ingenieur-Offiziere in der Festung, der sie mit alle dem bekannt macht, was sie bei der Vertheidigung zu thun haben. Ich will hier nicht dasjenige wiederholen, was in beiden Hinsichten an andern Orten dieses Werks gesagt worden ist; ich will bloß erwähnen, daß die Belehrungen, die man aus diesen Uebungen für den Krieg schöpft, damit sie nützlich werden, allen stattfindenden Umständen gemäß seyn müssen, und daß man alle Vor-

sichtigkeitsmaaßregeln bei ihnen nehmen muß, die einen der Widerstand des Feindes zu nehmen zwingen würde."

„Man muß auch, um sich wahrhafte Erfahrungskenntnisse davon zu verschaffen, welche Gefahren im Kriege obwalten, sorgfältig und mit der größten Genauigkeit alle ungünstige oder günstige Umstände sowohl bei der Ausführung des Absteckens als der Arbeit selbst, als da sind Dunkelheit oder Mondschein, Regen oder schön Wetter, die Natur des Terrains, welches schwer oder leicht zu bearbeiten steht, bemerken, und zwar dies alles verhältnißmäßig betrachten, sowohl was die Ausdehnung des Raums betrifft den man abzustecken hat, als was die Anzahl der Offiziere anbelangt welche diese Absteckung anordnen und leiten, so wie die Größe der Arbeit und die Anzahl der Soldaten welche sie in Ausführung gebracht haben."

„Wenn man also eingesehen und selbst figürlich mit kleinen Trupps Infanterie und Kavallerie dargestellt hat, wie die Berennung des Platzes bewerkstelligt werden muß, und hierauf die Positionen, die Lager und Quartiere der Armee, welche die Belagerung vornehmen soll, bestimmt hat, so nimmt man die Recognoscirung dieses Platzes vor; nachher nimmt man die Werke desselben auf, welche auf den Angriff zu dem man sich entschlossen hat von Einfluß sind, und geht endlich zur Bestimmung der Kapitalen und zur Verlängerung der Facen dieser Werke über; und man mag sich nun zu diesen Operationen ganz oder zum Theil der Werkzeuge bedienen, oder alles ohne dieselben abmachen, die Verfahrungsart deren man sich bedient mag mit einem Worte seyn was für eine sie will, so nimmt man sie doch so vor daß es nicht wider die Wahrscheinlichkeit ist, d. i. man stellt sich dem Feuer des Platzes nicht blos. Man setzt auch die Truppen mit diesen Operationen in Verbindung, man stellt sie so an daß sie die Vorposten des Platzes zurückwerfen, und daß sie die Offiziere, die die verschiedenen Recognoscirungen vornehmen, oder dies und jenes festsetzen sollen, decken oder unterstützen."

„Wenn der Augenblick zu Eröffnung der Laufgräben gekommen seyn würde, so würden Arbeiter befehligt um diese Operation in Ausführung zu bringen, und Truppen um sie zu decken. Die Offiziere dieser Truppen würden nun unter der Leitung einiger Ingenieur-Offiziere dieses Abstecken vornehmen. Der Directeur en Chef des Angriffs würde ihnen ihren Antheil an der Arbeit am Tage, dem Plan und der Entfernung nach, den Terrain gemäß erklären. Nachher würde ein jeder beim Anfang der Nacht aus seinem Depot gehen und sich auf seinen Posten begeben."

„Die Arbeiter würden in zwei Trupps eingetheilt, von de-

nen der eine sich auf einem Theil der Tracirung beschäftigte, um diesen Theil der Arbeit in seinem ganzen Relief wirklich auszuführen, der andere Theil würde auf den Ueberrest der Tracirung vertheilt, so daß, wenn er seinen Offizieren behülflich gewesen sie auszuführen, er sie den Ueberrest der Nacht über auf eine merkliche Art, und so daß sie den folgenden Tag vollkommen zu erkennen stehen, bemerklich machen könnte."

„Beim Anbruch des Tages würden sich die leichten Truppen, welche die Arbeit gedeckt hätten, zurückziehen, und die Nacht-Arbeiter gingen ab, und würden bloß in dem Theile der ausgeführt werden soll durch Tagearbeiter ersetzt, welche diese Arbeit ganz vollendeten. Zugleich begäbe sich der vornehmste Ingenieur-Offizier von allen Offizieren der Belagerungsarmee begleitet dahin, prüfte mit ihnen die in der Nacht zu Stande gebrachten Arbeiten, bemerkte die Fehler dieser nebst ihren Ursachen, lobte den glücklichen Erfolg und die Genauigkeit der andern mit welcher sie sich an die Regeln und ertheilten Instructionen binden, und machte sie mit den Beweggründen von alle dem bekannt was er vorgeschrieben hatte; nachher schriebe er, ohne die Tracirung der Laufgräben zu verlassen, wo man sich gegen das Feuer des Platzes gedeckt hält, von neuem die zu nehmenden Maaßregeln für die Tracirung und die Arbeit der künftigen Nacht vor, und erklärte dieselben."

„Jede Nacht würde eine neue Tracirung und eine neue Arbeit zu Stande gebracht, welche durch eine Mannschaft gedeckt oder von ihr unterstützt würde, um die Truppen vorzustellen welche zu dieser nöthigen Function bestimmt sind, und die Posten zu bemerken die sie nehmen müssen. Wenn man jede Nacht eine Arbeit nach ihrem ganzen Relief ausführte, um sie den folgenden Tag zu vervollkommnen, so müßte man die Bemerkung nutzen von der ich gesprochen habe, daß man nämlich auf alle die Absteckung und die Ausführung der Werke verzögernde und sie beschleunigende Umstände, so wie auf die Ursachen Rücksicht nimmt denen man sie zuzuschreiben hat; und durch diese Menge sorgfältig angestellter Erfahrungen erwürbe man sich wo keine gewisse, doch wenigstens eine solche Kenntniß, welche mit der nothwendigen Dauer einer jeden Operation einer Belagerung, der günstigen oder ungünstigen Jahrszeit gemäß in denen diese Operation ausgeführt wird, übereinstimmte. Man könnte noch sehr wichtige Versuche anstellen, als: eine Arbeit zu beschleunigen, indem man die Arbeiter so sehr vervielfältigt, daß ihrer eine solche Menge derselben wird, welche beinahe Verwirrung verursachen könnte; oder daß man die Arbeit nach dem gehörigen Maaß bestimmte, das zu dem Endzweck den man sich vorsetzt hinreichend ist, indem man nur diejenige Anzahl von Arbeitern anstellt, welche zu Erreichung

des vorgesetzten Endzwecks in einer bestimmten Zeit hinreichend ist; und diese ganze wahrhaft militärische Erfahrung, die man sich ohne alle Gefahren erwirbt, würde um so kostbarer für den Krieg, da man sie sich in demselben nur auf seine Kosten erwerben könnte. Die Unteroffiziere und Soldaten würden Theil nehmen an dieser Erfahrung, und zwar in allem dem, was auf die ihnen obliegenden Functionen Bezug hat. Die ersten würden die Belehrung über die Breiten und Tiefen der Laufgräben aller Art, über die Höhen ihrer Brustwehren, über die Abhänge ihrer verschiedenen Abdachungen erhalten, und diese so einfachen als für die Ausführung dieser Werke wichtigen Details auswendig lernen u. s. w. Die Soldaten lernen sich schleunig decken, die Abdachungen der Brustwehren und die Stufen der Banquette auf eine solide Art mit Faschinen bekleiden, die Abdachungen und die Rückseite der Laufgraben sauber einrichten, und die Schanzkörbe, die Sappenbündel und die Erdsäcke stellen. Die stärksten lernen das Metier der Sappeurs, und die Zimmerleute der Regimenter lernen die Blendwerke machen und anlegen. Mit einem Wort, die einfachste Belehrung würde mit wenigen Kosten unter den letzten Klassen des Militairs verbreitet, und so trivial sie auch scheinen mag, sehr wichtig für den Krieg werden, um einem einen glücklichen Erfolg desselben zuzusichern, welcher sehr oft durch die Unerfahrenheit derjenigen fehlschlägt die ein Werk ausführen, wenn die Zahl derer welche befehligen, nicht zahlreich genug ist, um sie in allem und überall zu leiten."

„Während dies alles außer dem Platz vorgeht, bleiben diejenigen welche nicht aus demselben heraus gegangen sind, nicht müßig. Indem sie in allen Operationen der Vertheidigung von einem Ingenieur angeführt werden, der bei ihnen geblieben ist, und den ich den Directeur der Vertheidigung nennen will, erhalten sie von ihm alle Anweisungen und Erklärungen, die sich auf das Betragen beziehen welches man im belagerten Platz zu beobachten hat, den verschiedenen Verhältnissen gemäß die wir in unserm vierten Buch im Einzelnen beschrieben und abgehandelt haben. Man könnte daselbst durch so viele kleine Trupps, als man nur will, Ausfälle ausführen, oder wenigstens vorstellen lassen, und die Kavallerie würde bei diesen Ausfällen, sowohl auf Seiten des Belagerten, als auf Seiten des Belagerers, ihre Rolle zu spielen haben. Abgesehen von dem thätigen Antheil, den diese Waffe an dieser Operation der Belagerung nähme, müßten ihr, alle ihre Offiziere folgen, weil sie gleich den übrigen zum Oberbefehl gelangen können, und weil sie vermöge dieses Oberbefehls vielleicht einen Platz angreifen oder vertheidigen müssen, wo es alsdenn nicht mehr Zeit für sie wäre, sich Kenntnisse zu erwerben die sie in

den untern Graben, und in den Jahren wo es Zeit zum lernen war, verabsäumt hätten. Alle Placements und Bewegungen der Artillerie, welche geschehen konnten ohne die Brustwehren und die sämmtlichen übrigen Arbeiten der Vertheidigung herabzubringen, die sich ausführen ließen ohne daß man einen Theil der Festungswerke zu verderben, und ohne daß man zu große Ausgaben zu machen brauchte, als bei Fleschen und Kontreapproschen, brachte man wirklich in Ausführung; und alles das, was bei den verschiedenen Arten nicht erwähnt wäre, erwähnte man so, daß es die Aufmerksamkeit derer reizte, die man unterrichtete, und würde ihnen so erklärt, daß ihnen nichts mehr dunkel dabei bliebe."

Umfang des Polygons, wird durch die Polygonseite und den Polygonwinkel bestimmt. Letzterer von 180° abgezogen, giebt bekanntlich den Centriwinkel; wäre nun z. B. der Polygonwinkel 140°, und die Seite 85 Ruthen, daher 180° — 140° = 40°, dem Winkel am Mittelpunkte des Neunecks, wodurch man den Halbmesser

$$= \frac{85}{2\ \mathrm{Cos.}\ \frac{140^\circ}{2}} = \frac{85}{2\ \mathrm{Cos.}\ 70^\circ}$$ bekommt.

Es ist aber Logar. Cosin. 70° = 9.5340517.
Logar. 2 = 0.3010300.
Logar. 85 = 1.9294189.
2.0943372.

welches 124,2 für den Halbmesser des Neunecks giebt, woraus man nun leicht den Umfang sowohl als den Flächenraum des ganzen Polygons bestimmen kann.

Der Umfang nun ist $= 85 \cdot 9 = 765$ Ruthen; zu Bestimmung des Flächenraumes aber ist die Höhe des Dreiecks auf jeder Polygonseite

$$(124)^2 - \left(\frac{85}{2}\right)^2 = 15376 - 1806{,}25 = 13569{,}75$$ und

$\sqrt{13569,75} = 116,4$, endlich der Flächenraum

$$9 \cdot 85 \cdot \frac{116{,}4}{2} = 44523$$ Quadratruthen.

Umfassung (Enceinte) deutet die fortlaufende Linie des Hauptwalles an, und ist demnach gewöhnlich einfach: zwei- oder dreifach aber, wenn vor dem Hauptwalle, als der Ersten Umfassung, noch ein fortlaufender Mantel liegt der die innere Festung völlig einschließt.

Umgekehrtes Glacis (Glacis en contrepente). S. bedeckter Weg.

Umlaufendes Gewölbe (berceau tournant) drehet sich ringförmig um eine Spindel oder um einen hohlen Raum, so wie die Gewölbe der Wendeltreppen.

Umriß der Festungen (Tracé) wird durch die Zusammensetzung der Linien und Winkel gebildet, und ist darum von zweierlei Art:

a) Mit Bollwerken (bastionné).

b) Zangenförmig (en tenaille oder angulaire).

Die eigentliche Beschaffenheit beider Arten des Umrisses ist unter den zugehörigen Artikeln Bollwerke, Abstecken, Flanke, Face, Courtine, bedeckter Weg, Graben, Tenaille zu finden; es ist daher nur noch einige Nachricht von den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten nöthig, welche die bekanntesten Kriegsbaumeister ihrem Umriß gaben, wie man aus ihren oben angezeigten Schriften (s. dies Wort) siehet. Tartaglia, Alghisi du Cregi, Castriotto, Belici, Speckle, Floriani und Donato Rosetti haben durchgehends kleine stumpfe Bollwerke, deren doppelte Flanken senkrecht auf der Courtine stehen und durch Orillons gedeckt sind. Die Länge der Courtine giebt zugleich Gelegenheit zur Nebenflanke, und das kleine Ravelin machte alle Außenwerke aus. Nur Busca (w. n. i.) und Marchi entfernten sich durch spitzwinkliche Bollwerke von ihren Zeitgenossen, die Marchi durch die von ihm allein und zuerst angegebenen Außenwerke, Contregarden, halbe Mondén, Brillen verschiedener Art, Grabenscheeren und Tenaillons überflog.

Die Niederländer behielten bei ihren Systemen zwar die auf die Courtine senkrechten Flanken bei, machten aber — bloß mit Ausnahme Scheithers und Neubauers — die Bollwerke spitz, verstärkten ihre Festungen durch eine Faussebray und durch mehrere Außenwerke, unter denen besonders die Hornwerke eine wichtige Rolle spielten. Endlich findet man bei ihnen zuerst Reduits, Lünetten und Blockhäuser in den eingehenden Winkeln des bedeckten Weges. Ihre Befestigungsweise unterscheidet sich zugleich durch das wenige Mauerwerk und durch den allgemeinen Gebrauch der Wassergräben von den andern Manieren.

Gerhard von Herzogenbusch, der Vater der französischen Minen, unterscheidet sich durch seine Flanken von allen übrigen (s. Flanken), doch niemand ahmte ihm nach, sondern man gab Pagans Vorschlag, die geraden Flanken senkrecht auf die Streichlinie zu setzen, allgemeinen Beifall. Wie vor ihnen wurden stumpfe Bollwerke angewendet von

Namen und Jahr des Schriftstellers.	Besondere Eigenthümlichkeiten des Bollwerkes.	Flanken.
Graf von Pagan 1646.	doppelte.	Senkrecht auf die Streichlinie.
Le Maitre 1678.	—	Desgleichen doppelt.
Vauban 1680.	mit Bollwerks-Thürmen.	einfach und concav, einfach und gerade.
Grundel von Achen 1698.	Mit retirirtem Bollwerk.	Retirirt und einfach.
Klengel.	Sehr kurze Facen und Bonnet.	Dreifach und zurückgezogen.
Royers 1688.	—	Einfach und concav.
Gruber 1697.	Face und Flanke gleich lang; mit Fausse-bray.	Gerade und doppelt.
Buggenhagen 1720.	Sehr vorspringend.	Doppelt.
Belidor 1740.	Flach, mit Reduit u. retirirter Festung.	Doppelt; die niedere convex.
Cormontaigne 1741.	Mit einem Abschnitt.	Gerade.
Robillard 1757.	Mit Demolitions-Gräben.	Gerade und retirirt.
Fallois 1758.	Breit, mit einem Kavalier.	Gerade Flanken.
Reverai 1744.	Steinern, mit einer Tenaille von Erde dahinter.	Lang und gerade.
De la Cour.	Groß, mit retirirter Festung.	Doppelt und gerade.
Bousmard 1797.	Mit convexen Facen.	Lang und convex.

Außenwerke.	Bedeckter Weg.
ein halber Mond mit Contregarde.	gewöhnlich.
Contregarden.	desgleichen.
Grabenscheere und halber Mond Grabenscheere, halber Mond mit Reduit.	mit Traversen.
kleines Ravelin.	gewöhnlich.
eine fortlaufende Enveloppe.	mit Kaponieren in den Waffenplätzen.
Grabenscheere und halber Mond.	gewöhnlich.
Ravelin.	gewöhnlich.
Ravelin mit Bonnetten und doppelten Flanken.	mit Caponieren und Lünetten.
Contregarden, halbe Monde mit Ailerons.	mit Reduits.
Grabenscheere, halbe Monde mit Contregarden.	desgleichen.
Contregarden mit vorliegenden Brillen und halbe Monde.	mit Brillen.
Enveloppe von großen Contregarden und halbe Monde in gleicher Höhe mit dem Hauptwall.	Eine sägenförmige Verschanzung ohne Glacis.
Contregarden, halbe Monde mit Flanken und Reduit.	gewöhnlich.
Doppelte halbe Monde und eine Enveloppe.	mit vorspringenden Fleschen und Doppel-Reduits.
Sehr weit vorspringende halbe Monde.	sägeförmig mit Hohltraversen.

Andere folgten mehr den Niederländern, und zogen das spi-
Thile, Herlin, Glaser und Rimpler die Faussebray

Namen und Jahr des Schriftstellers.	Besondere Eigenthümlichkeiten des Bollwerkes.	Flanken.
Dillich 1646.	Hinreichend groß.	Senkrecht auf der Streichlinie u. retir.
Landsberg 1648.	Klein.	Lang u. retirirt; doppelt.
Heidmann 1664.	Mit einem Kavalier u. Graben vor demselben.	Doppelt und retirirt.
Besenwald.	Groß u. abgesondert.	Lang und conver.
Gründel von Aachen 1678.	Mit innerer Verschanzung.	Parallel mit der Face und retirirt.
Blondel 1683.	Sehr lang in der Face mit einer Batterie zu Bestreichung des Ravelin-Grabens.	Sehr lang, dreifach und retirirt.
Nymennker 1689.	Doppelt vor einander.	Doppelt und retirirt.
Sturm 1720.	a) nicht sehr groß. b) mit retirirter Festung als Tenaille dahinter.	Krumm und retirirt. Doppelt, gerade und retirirt.
Thile 1722.	Ein zweites dahinter.	Gerade, dreifach und staffelförmig.
Herlin 1722.	Sehr groß, abgesonderte.	Doppelt, gebrochen.
ein Cölestiner Mönch	Groß mit Reduit.	Krumm m. Demolition
Glaser 1728.	Spitz.	Gerade, doppelt und retirirt.
Rozard 1731.	Mit Abschnitt und Reduit.	Gerade.
Marechal von Sachsen 1757.	Klein, stellen eine retirirte Festung vor.	Gerade.
Filey 1762.	Weit hervorspringend mit Abschnitt.	Lang, gerad, senkr. auf d. vorspr. Kurtine.

ßte Bollwerk dem stumpfen vor, indem zugleich Sturm mit anbrachten.

Außenwerke.	Bedeckter Weg.
Kleines Ravelin.	Sägeförmig.
Eine herumgehende Enveloppe von Tenaillen.	Ohne Glacis, mit einem Vorgraben.
—	Gewöhnlich.
Eine Grabenscheere, kleines Ravelin und Enveloppe.	—
Doppelte halbe Monde.	—
Halbe Monde mit Batterien in den Facen zu Bestreichung der Contregarden.	—
Halbe Monde mit Reduit, Contregarden mit Flanken.	—
Sehr große halbe Monde mit retirirten Flanken.	Mit gemauerten Kaponieren.
Halber Mond mit Faussebray.	Desgleichen.
Contregarden, halber Mond mit Abschnitten.	Mit Reduits in den eingehenden Winkeln.
Große halbe Monde mit doppelten Flanken und Faussebray.	Gewöhnlich.
Große halbe Monde mit Contregarden.	Alle Waffenplätze retranchiret.
Contregarden, halbe Monde mit Reduits, und tenaillenförmiger Enveloppe.	Die eingehenden Winkel retranchiret.
Contregarden, halbe Monde und Brillen.	Doppelt mit Forts.
Große halbe Monde, welche die Bollwerke verbergen, eine von Holz erbaute Tenaille als Enveloppe, mit großen Brillen in den eingehenden Winkeln.	Mit vielen Traversen.
Ein halber Mond vor der Spitze der Kurtine, Contregarden.	Gewöhnlich.

Namen und Jahr des Schriftstellers.	Besondere Eigenthümlichkeiten des Bollwerks.	Flanken.
La Chiche 1767.	Groß.	Sehr lang und gerade.
De Bodt.	Groß.	Sehr lang, doppelt, concav und retirirt.
von Naumann.	Groß mit Abschnitt.	Concav und retirirt.
Trincano 1786.	Mit zwei Abschnitten und Kavalier.	Retirirt, doppelt und concav.
Virgin 1781.	Spitz und abgesondert mit Abschnitten und Rück- u. Flankenfeuer.	Doppelt und retirirt.

Außenwerke.	Bedeckter Weg.
Halbe Monde mit Reduits.	Sehr hohes Glacis mit Fleschen und Reduits.
Großer halber Mond mit bedecktem Wege; in der Kehle liegen vor einem Reduit Contregarden mit andern kleinen Contregarden vor sich, u. Brillen zwischen sich.	Einfach.
Desgleichen.	Mit Reduit und Caponieren.
Contregarden, halbe Monde mit Orillons und retirirten Flanken.	Waffenpl. mit Fl. u. Orill.; Brillen v. d. eingehenden Winkeln.
Halbe Monde, Contregarden und Brillen von mancherlei Form u. Größe, alle zu Rückfeuern eingerichtet.	Doppelt mit Brillen und Reduits.

— Andere hielten die Bollwerksform für überflüssig und ließeln bestehen, daß sich ein Zangenwerk bildete, dessen Eigen=

Namen und Jahr des Schriftstellers.	Beschaffenheit des Zangenwerkes.	Lage der Kasematten.
Alexander v. Groote 1616, und Lamp. von Rondeel.	Wall und Graben vor= und rückwärts, mit Faussebray und Bonnets in den vorspringenden Winkeln.	Unter den Bonnets.
Werthmüller und Suttinger 1696.	Spitze Tenaillen, doppelt und dreifach vor einander, die sich flanquiren.	Unter den Flanken.
Landsberg 1712.	Doppelte Festungen in einander, mit Faussebray.	In den eingehenden Winkeln.
Voigt 1713.	Abschnitt in der Kehle und mit Grabenscheere in den eingehenden Winkeln, Kaponieren.	Unter den Kaponieren.
v. Harritsch 1719.	Eine bloße Mauer mit trokkenem Graben u. mit doppelten Flanken in den Contregarden.	Als Reduits in d. halb. Monden.
Fürstenhoff 1724.	Eine Tenaille, vorspringender Winkel, um den andern mit einer bastiousförm. Spitze u. Faussebray.	Unter d. zur Grabenvertheidigung bestimmten Werken.
Herbort 1735.	Die Tenaille bestehet aus großen dreifachen halben Monden, mit gemauerten Reduits und mit bombenfesten Kasernen hinter sich. Die Häuser der Stadt sind ebenfalls zur Vertheidigung eingerichtet, und bilden Bastione u. Courtinen.	Die Kaponieren, desgleich. unter allen Facen u. Flanken.
König August II. von Pohlen 1737.	Große Tenaille mit Kasernen und einem Graben in der Kehle verschlossen, mit Faussebray.	Unter allen Flanken.
Montalembert 1776.	Tenaillen von mancherlei Formen, mit geraden u. mit zurückgezog. Flanken in den eingehend. Winkeln, durch eine krenelirte Mauer und durch ein Dongeon geschl.	Vor den Facen u. in d. eingehenden Winkeln.

ßen ihren **Umriß** bloß aus vorspringenden und eingehenden Winkeln schaften nachstehende Tabelle angiebt:

Außenwerke.	Bedeckter Weg.
Ravelin mit retirirten Flanken.	—
Halbe Monde, Contregarden mit Brillen dazwischen.	Mit retranchirten Waffenplätzen.
Ravelin mit Bonnets und Reduits, dazwischen Brillen.	Mit Vorgraben und Reduits.
Couvrefacen und Raveline zwischen ihnen.	—
Halbe Monde, mit Contregarden und Brillen zwischen ihnen.	—
Contregarden vor allen Tenaillen, an der Spitze mit vorliegenden Brillen.	Gewöhnlich, mit Reduits in den eingehenden Winkeln.
Couvrefacen mit großen Brillen zwischen sich, die einen bedeckten Weg und eine zweite Couvreface vor sich haben, m. doppelt. Flanken zur Grabenvertheidigung.	Hat gemauerte Kaponieren in den vorspringenden, und Reduits in den eingehenden Winkeln.
Couvr-face und eine Enveloppe mit Brillen in den eingehenden Winkel.	Mit Kaponieren in den vorspringenden Winkeln.
Eine fortlaufende, auch wohl doppelte Enveloppe.	Mit kasemattirten Reduits in den eingehenden Winkeln.

Namen und Jahr des Schriftstellers.	Beschaffenheit des Zangenwerkes.	Lage der Kasematten.
Carnot 1797.	Eine einfache Tenaille, mit einem kasemattirten Bonnet im ausgehenden Winkel, das die Bresche im Rücken nimmt.	Unter den Bonnets.

Unbestrichene Punkte. S. Todter Winkel.

Unregelmäßige Festungen. S. Irregulaire.

Unterfahren des Fundaments geschiehet, wenn daselbe nicht tief genug lieget, und daher den festen Grund nicht erreichet hat, vorausgesetzt daß die Mauer selbst alt und fest genug, um auf die Cohäsion ihrer Theile rechnen zu dürfen. Man untergräbt hier das Fundament auf eine Länge von 4 bis 5 Fuß, bricht auch vielleicht einen Theil des alten Mauerwerkes hinweg um es durch neues zu ersetzen. Man siehet leicht, daß hier das Gebäude gut abgesteifet und überhaupt mit Umsicht und Schnelligkeit verfahren werden muß, um das Uebel nicht noch ärger zu machen.

Unterlagen oder Untersätze, auch Schenkel der Gewölbebogen, heißen gewöhnlicher, jedoch uneigentlich, die Widerlagen, und reichen von dem Anfange des Bogens bis auf die Grundmauer hinab. Ihre Fläche macht die Tangente des äußern Bogens und ist mit ⅓ ihrer Höhe verstärkt. S. Kasematten.

Unterstützung, gegenseitige der Festungswerke. S. Befestigung.

Unterwall. S. Faussebray.

Unterwölbt (voute surbaissée) heißt jedes verdrückte Gewölbe, das keinen vollen Kreisbogen formiret. Da jeder flächere Bogen schwächer ist als der volle Kreis, sind auch verdrückte Gewölbe nie als bombenfest anzusehen, und deshalb für den Kriegsgebrauch nicht anwendbar. Denn hier ist es besser keine Gewölbe zu bauen, als solche die dem Falle der Bomben keinen Widerstand leisten. S. Kasematten.

Unterzüge sind immer da nothwendig, wo die Deckenbal-

Außenwerke.	Bedeckter Weg.
Eine einfache Enveloppe von Erde.	Sehr schmal, in den eingehenden Winkeln mit Auffahrt aus dem Graben.

ken eines Gebäudes eine ihrer Holzstärke nicht angemessene Spannung bekommen. Sie kommen deshalb bei den für den Kriegsgebrauch bestimmten Gebäuden sehr häufig vor, theils um überhaupt den Deckenbalken mehr Widerstand zu verschaffen, vorzüglich aber, um die aus Holz gezimmerten Bombendecken zu verstärken.

Man nimmt immer das stärkste Balkenholz zu den **Unterzügen**, die bei einem Abstande von 14 bis höchstens 16 Fuß, von 12 zu 12 Fuß durch starke **Stiele** und in dieselben verzapfte **Stützbänder** unterstützt werden. Die Deckenbalken sind zugleich mit einem **Kreutzkamm** Fig. 315 Tab. XXV. auf dem Unterzuge befestiget.

Sind die **Stutzbänder** nur sehr kurz, werden sie in den Stiel sowohl als in den Rähmen oder **Unterzug** unter einem Winkel von 45° mit einer **Versatzung** (s. d. Wort) eingelassen. Es ist außerdem vortheilhafter die **Stutzbänder** dergestalt anzusetzen, daß a b = $\frac{1}{4}$ b c (Fig. 316) wird, um den Druck auf den Stiel (die Trägesäule) zu verringern.

Unzugänglichkeit der Festungswerke ist eine ganz vorzügliche Eigenschaft derselben, und giebt, da wo sie sich bewirken läßt, Gelegenheit, sie mit geringerem Aufwand zu erbauen. S. **Befestigungen**.

V.

Vauban (Sebastian Lepretre), der Vater der französischen Befestigungsmanier, war 1633 am 1. Mai zu St. Leger-de-Foucheret bei Avallon gebohren, und nahm in seinem siebzehnten Jahre im Regiment Condé als Cadet Dienste. Da er sich besonders auf die Geometrie gelegt hatte, damals noch eine ziemlich seltene Wissenschaft, ward er als Ingenieur gebraucht und von dem Prinzen **Condé** sehr vorgezogen, jedoch nachher

Belagerung von St. Marehould von den Königlichen gefangen und von dem Kardinal Mazarin erst als Lieutenant der Infanterie, und nachher 1655 als Ingenieur angestellt, wo er mehreren Belagerungen beiwohnte, die er schon im Kriege von 1667 selbst leitete.

Dünkirchen, das Ludwig XIV im Jahr 1662 von den Engländern gekauft hatte, war die Erste Festung deren Werke Vauban von neuem schuf, und wo er alles anbrachte was ihm nur irgend der damalige Zustand der Kunst darbieten konnte. Nach der uns von Belidor hinterlassenen Beschreibung dieses damals so wichtigen Hafens und seiner Vorwerke hatte Vauban sein vornehmstes Augenmerk auf eine zweckmäßige Benutzung des Wassers, und auf die Beherrschung der Rheede gerichtet. 30,000 Soldaten, die sich täglich von 4 zu 4 Stunden ablöseten, arbeiteten an dieser Festung. Ihr Bau beschäftigte den Marschall fast sein ganzes Leben hindurch. Sie ward 1662 angefangen und 1706, ein Jahr vor des Marschalls Tode, legte er das verschanzte Lager daselbst an. Die Citadellen von Lille, Ath und Charleroi wurden dann von Vauban neu angelegt, der in Lille zuerst Grabenscheeren vor die Courtine legte und sich durch eine breite Esplanade einen nützlichen, sichern Raum für die Belagerungszeit verschaffte. Merkwürdig ist, daß diese Festung die Erste war, von der unter Vaubans Aufsicht ein Modell verfertiget ward, wie es späterhin in der Muße des Friedens von beinahe allen französischen Festungen geschahe.

Der Krieg mit Holland hatte die Festungsarbeiten unterbrochen; nach dem Nimmweger Frieden nahm Vauban nicht nur die Arbeiten am Hafen von Dünkirchen wieder auf, sondern legte auch das Fort Nieulai mit seinen Schleußen bei Calais, so wie die Festungen Maubeuge, Longwi, Saarlouis, Pfalzburg, Befort, Hüningen, mehrere Forts um Freiburg, Bayonne, St. Jean Pied de Port, das Fort Andrye, St. Martin auf der Insel Ré, Brounge, Rochefort, Brest, die Citadelle von Strasburg und das Fort Kehl, nebst mehrern neuen minder bedeutenden Forts an. Charlemont, Sedan, Bitsche, Lichtenberg, Petite-Pierre, Hagenau, Schletstädt, Besançon, Pignerol, Casal, Belle Isle, Luxembourg, gingen erneuet aus seinen Händen hervor. Späterhin folgten ihnen die neuen Anlagen von Mont-Royal (anstatt des demolirten Triers, dessen Lage es zu jeder Befestigung ungeschickt macht); Landau, Fort-Louis, Mons, Briançon, Fenestrelles, Mont-Dauphin, Neu-Breisach. Ja, es ist fast keine Festung in dem weitläuftigen Frankreich, die nicht mehr oder weniger von dem unermüdet thätigen Manne verstärkt ward, der außerdem 53 Belagerungen geführet und 140 Treffen und Gefechten beigewohnt hat. Er führte zuerst den Schleuderschuß und den Gebrauch der Paral-

lelen ein. Der Angriff wie die Vertheidigung der Festungen verdankten ihm sehr wesentliche Verbesserungen.

Sein ganzes Leben war dem Kriege und dem Arbeiten gewidmet. Die letztern beschränkten sich nicht auf die Kriegsbaukunst allein, in der er wichtige Vorschritte that, sondern er beschäftigte sich auch mit den Land- und Wasser-Communicationen und mit politischen Gegenständen, den Steuern, den Hugenotten zc. In den letzten Tagen seines Lebens, wo ihn Ludwigs XIV. und XV. verdiente Gnade als General-Commissair in eine ruhigere Lage versetzt hatte, sammelte er die einzelnen Denkschriften und Arbeiten, womit er sich während seines Lebens beschäftiget hatte, unter dem Titel: Mes Oisivetés in zwölf Foliobänden. Er starb endlich den 13. März 1707 im vierundsiebzigsten Jahre, von seinen Untergebenen geliebt und bedauert, denn bei einer strengen und harten Außenseite gab es doch keinen sanftern, mitleidsvollern und verbindlichern Mann als ihn. Von dem König mit Wohlthaten überhäuft, genoß er wenig davon; den größern Theil ließ er seinen bedürftigen Offizieren zufließen, die ihn als Freund und Vater ehrten. Denn bis an den letzten Odemzug war er nur bedacht sie zu bilden, ihnen empor zu helfen, und sie zu schützen. Weit entfernt von niederem Neide, zog er das unbedeutendste Talent hervor, machte jeden Dienst gelten, war verschwenderisch mit seinem eigenen Blute, aber karg mit dem Blute des Soldaten, auf dessen Erhaltung er bei allen Belagerungen immer hauptsächlich bedacht war.

Ein nachahmungswerthes Beispiel für alle, die mit ihm in einem gleichen Falle sind!

Verbindung der Werke oder Communication ist durchaus unentbehrlich, um sie während des Angriffes mit Geschütz und Truppen verstärken, und mit der nöthigen Munition versorgen zu können. Sie giebt zugleich Gelegenheit, die Besatzung solcher Werke zu rechter Zeit zurückzuziehen, in denen man keinen Sturm abwarten will oder darf. Eine gute und bequeme Verbindung mit vorliegenden Werken giebt zugleich öftere Gelegenheit sie zum Ziel der Ausfälle zu machen, und sie dem Feinde wieder abzunehmen. Die Verbindung der Haupt- und Außenwerke aber wird bewirkt:

1) durch Thore, Durchgänge und Auffahrten,
2) durch feste oder schwimmende Brücken (w. n. s.) über die Wassergräben,
3) durch einfache oder doppelte Caponieren und bedeckte Gallerien, von denen ebenfalls unter den zugehörenden Worten gehandelt worden ist.

Die von mehrern Schriftstellern zur Verbindung bei Wassergrä-

den vorgeschlagenen Fahrzeuge haben den wesentlichen Nachtheil, daß sie leicht in den Grund geschossen werden können wenn der Feind auf der Contrescarpe angelangt ist.

Bei Vorwerken wäre es sehr vortheilhaft, die Verbindung mit ihnen durch unterirdische Gänge von 9 Fuß Breite zu bewirken, weil alle Caponieren und Einschnitte in das Glacis dem Feinde nach Eroberung der Lünette u. dergl. eine fertige, gerade Sappe darbieten, die er bloß mit Traversen versehen darf um sich ihrer gegen die Festung zu bedienen.

Verbindungsgänge. S. Communication.

Verbindungsgallerie. S. Gegenminen und Minengänge.

Verborgene Geschütze (Traditores) heißen diejenigen, welche von dem Feinde nicht bei dem Angriffe entdeckt und wehrlos geschossen werden können, und die dagegen seinen Logmentern und der Bresche in Rücken schießen. Die gekrümmte und zurückgezogene Flanke der Alten, so wie die Flanken des Ravelin-Reduits in der neuern Befestigung, und die Anlage der Werke nach Virgin geben Gelegenheit zur verborgenen Aufstellung von Geschützen.

Verdünnen. S. Versatz.

Verdeckte Batterien (Batteries masquées) kamen zuerst im großen niederländischen Kriege auf, wo die gewöhnliche Brustwehr durch eine zweite vor dieselbe gelegte geschützt ward, so daß die Kanonen durch die Vorscharten (w. n. i.) der letztern schießen. Bisweilen wird auch jeder Geschützstand mit in die Erde gegrabenen Ständern umgeben, die durch Helme verbunden, und oben mit Holz, Faschinen und Erde gegen die feindlichen Projectilen gesichert sind. Auf diese Art erhielten die Belagerten in Gibraltar den größten Theil ihres Geschützes bis zu Ende im brauchbaren Zustande. S. Festungsbatterien.

Verdrücktes Gewölbe. S. Unterwölbt.

Vergleichungsebne (plan de comparaison). S. Defilement.

Verkleidung der Wälle. S. Futtermauern, Plackwerk, Rasen.

Verlängerung der Kapitale. (S. letzteres Wort.)

Verlängerung der Façen der angegriffenen Fronte ist nothwendig, um die enfilirenden Batterien darauf zu legen. Es geschiehet am leichtesten bei untergehender Sonne, wo sich die schrägen Flächen am schärfsten abzeichnen, und man die erforderliche Linie in und hinter der Ersten Parallele mit Stangen abstecken kann. Man ziehet nun gleichlaufend mit dieser Linie, in der Entfernung der Stärke der Brustwehr eine zweite, auf welche die Frontlinie der Batterie senkrecht geleget wird. Durch die Entfernung der Contrescarpe von der äußern Böschung der Brustwehr findet man alsdann den Punkt für die Geschütze die den bedeckten Weg bestreichen sollen, wenn man nicht vielleicht — durch die emporstehenden Pallisadenspitzen geleitet — den Kamm des bedeckten Weges selbst verlängert abstecken kann.

Verproviantiren der Festungen (Approvisionnement) geschiehet mit Berücksichtigung der Stärke der Besatzung und der möglichen Zeitdauer der Belagerung; wobei man jedoch annehmen kann, daß der Feind sich mit einer bloßen Einschließung begnüget, und daß man deshalb auf eine längere Zeit rechnen muß. In Frankreich wurden über diesen Gegenstand im Jahr 1798 genaue Untersuchungen angestellt, und diesen zufolge bestimmte Grundsätze angenommen.

Bei dem Anfange eines Krieges wird die Versorgung der Festung festgesetzt

	bei einem Angriffskriege	zur Vertheidigung
In der 1ten Linie:	völliger Belagerungsstand;	desgl.
— 2ten —	$\frac{2}{3}$ desselben	$\frac{1}{2}$ desselben
— 3ten —	Nichts	$\frac{1}{3}$ desselben.

Nur die großen Depots, aus denen sich die Armeekorps wieder versorgen müssen, bekommen $\frac{2}{3}$ der völligen Ausrüstung, und bisweilen noch mehr.

Da 3 Pfund Mehl 4 Pfund Brod geben, so wird angenommen:

	Täglich	Monathlich
Brod, oder anstatt dessen .	$1\frac{1}{2}$ Pfund	45 Pfd.
Mehl	$1\frac{1}{8}$ —	$33\frac{3}{4}$ —
Zwieback	$1\frac{1}{8}$ —	$33\frac{3}{4}$ —
Reis	2 Loth	$1\frac{1}{4}$ —
Trockne Gemüße	4 —	$3\frac{1}{2}$ —
Man rechnet hier in jeder Woche 3 Tage Erbsen, 2 Tage Bohnen, 2 Tage Linsen, oder anstatt der letztern, Graupen.		

	täglich	monatlich
Salz mit $\frac{1}{8}$ Ueberschuß als Vorrath	—	1 Pfd.
Pfeffer	—	4 Loth
Gewürznelken, Muscatnüsse, Zimmt } wird blos für die Kranken gegeben.		
Zwiebeln oder Lauch . .	1 Stück	30 Stück
Fleisch	$\frac{1}{2}$ Pfd.	15 Pfd.
Geräuchertes Fleisch und Speck	6 Loth	$5\frac{5}{8}$ —
Pöckelfleisch	$\frac{1}{4}$ —	$7\frac{1}{2}$ —
Kalb- und Schöpsenfleisch ist blos für die Kranken bestimmt, zu welchem Ende man in den Gräben der nicht angegriffenen Fronte dergleichen Vieh verwahret.		
Als Aushülfe ist es gut, besonders in Seefestungen		
Stockfische	$\frac{1}{4}$ Pfd.	2 Pfd.
Heringe, frisch und geräuchert . zu haben.	1 Stück	15 Stück
Butter	2 Loth	1 Pfd.
Wein	$\frac{1}{4}$ Quart.	8 Quart.
Branntwein	$\frac{1}{16}$ —	$1\frac{7}{8}$ —
Bier	1 —	30 —
Essig	$\frac{1}{20}$ —	$1\frac{1}{2}$ —
Rauchtaback, täglich 4 Pfeifen	—	1 Pfd.
Lichte, 8 auf das Pfund .	—	$1\frac{7}{8}$ —
Holz, $\frac{1}{300}$ Klafter, oder . .	$4\frac{1}{2}$ Pfd.	135 Pfd.
Hierüber $\frac{1}{8}$ des Ganzen für die Wachen.		
Das Holz für die Backöfen wird nach dem Satz bestimmt, daß Eine Heitze, die täglich 5 mal Statt findet, ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Klafter Kienenholz erfordert.		
Wird anstatt des Holzes mit Steinkohlen gefeuert, bedarf man auf jeden Mann	2 —	60 —
Mit Torf hingegen, zum Kochen und Wärmen	10 Stück	300 Stück

Für die Pferde

	täglich	monatlich
Hafer 3 Metzen	7 Pfd.	210 Pfd.
Heu	5 —	150 —
Stroh	4 —	120 —

Hierüber für das Hospital,
wo man auf 4000 Mann Besatzung 800 Kranke annehmen kann.

	täglich	monatlich
Fleisch	1 Pfd.	30 Pfd.
Weißbrod	1 —	30 —
Rothen Wein	½ Quart	15 Quart
Essig zum Räuchern und Verbinden		1⅓ —
Branntwein		½ —
Reis	½ Loth	15 Loth
Graupen	2 —	1⅞ Pfd.
Hafergrütze	4 —	3¾ —
Butter	2 —	1 —
Backobst		1 —
Zucker und Syrup	⅙ —	20 Loth
Honig	⅙ —	20 —
Seife	4 —	3¼ Pfd.

Verriegelung der Minenkammer, s. das folgende Wort.

Versatz oder Verdämmung der Minen (Bourrage), ist die Ausfüllung des zunächst an die Kammer stoßenden Stückes eines Minenganges mit Holz und Erde, um die Ausdehnung der expansiblen Flüssigkeit nach dieser Seite zu hindern, und die Wirkung des Pulvers mehr gegen den festen Erdboden zu wenden. Man fängt zu dem Ende damit an, daß man die Kammer durch an dem nächsten Paare Thürstöcke quer vor dieselben eingeschobene Holzstücke verriegelt, und diese Verriegelung hinterwärts absteifet. In gemauerten Minengängen sind zu dieser Absicht gewöhnlich von 6 zu 6 Fuß besondere Besetzfalze angebracht, um die Verriegelung in dieselben treiben zu können. Der leere Raum hinter der Verriegelung und zwischen den Steifen wird mit Rasen und Scheitholz ausgefüllet, welches letztere den Vortheil gewähret, daß das Wiederaufräumen des verdämmten Ganges leichter und schneller von statten gehet. Wenn man mit dem Verdämmen bis an das nächste Paar Thürstöcke oder Besetzfalze gekommen ist, wird eine neue Verriegelung gemacht, und sofort bis zu der gehörigen Länge des Versatzes, den man durch eine neue, gut abgesteifte Verriegelung endiget.

Die Länge des Versatzes ist, wegen des geringeren Zusammenhanges der ausgegrabenen Erde, der nur zum Theil durch das mitangewandte Holz ersetzt werden kann, gewöhnlich 1½ Linie des geringsten Widerstandes. Hat der letzte Schlag eines Rameau BM nicht diese Länge, muß der Versatz in dem anstoßenden Gange MD sich so weit erstrecken, bis die Entfernung seines Endes von dem Mittelpunkte der Kammer Ax vol-

lig $1\frac{1}{2}$ K. W. L. beträgt. Fig. 319. Tab. XXV. Der Punkt x aber wird entweder graphisch vermittelst eines aus A gezogenen Bogens EF gefunden, durch den sich x auf der Linie MD von selbst bestimmet, oder man berechnet diese Länge,

1) Wenn der Rameau bM rechtwinklich von BD abgehet

$$Mx = \sqrt{Ax^2 - bM^2}$$

wo bM bekannt und $Ax = 1\frac{1}{2}$ Kürzester Widerstandslinie ist.

2) Wenn der Rameau aber unter einem spitzen oder stumpfen Winkel auf MD stehet, wie dies bei einigen besondern Minengeweben der Fall ist, kennt man Ax und AM nebst dem Winkel M, woraus sich leicht der Winkel x und Mx finden läßt, denn

$$\text{Sin. } x = \frac{AM. \text{ Sin. } M}{Ax}$$

dadurch wird

$$Mx = \frac{Ax. \text{ Sin. } (M + x)}{\text{Sin. } M}$$

Wäre nun die K. W. L. = 10 Fuß, und der Rameau bM ebenfalls 10 Fuß, der Winkel M = 60°; würde Ax = 15 Fuß und

$$\begin{array}{rl} \text{Log. Sin. } 60 = & 9.9375306 \\ \text{Log. } 10 = & 1.0000000 \\ \underline{\text{Log. } 15 =} & \underline{1.1760913} \\ & 9.7614393., \end{array}$$

daher ist der Winkel x = 35° 16′ und M + x = 95° 16′. Demnach

$$\begin{array}{rl} \text{Log. Sin. } 84^{\circ}\ 44' = & 9.9981626 \\ \text{Log. } 15 = & 1.1760913 \\ \underline{\text{Log. Sin. } 60^{\circ} =} & \underline{9.9375306} \\ & 1.2367233. \end{array}$$

wodurch Mx = 17,25 Fuß wird.

Da man nicht immer Rasen haben kann, muß man sich — vor dem Feinde — gefüllter Sandsäcke, oder wenn es keiner so großen Schnelligkeit bedarf, bloßer Erde bedienen, die in Körben und Säcken herbeigetragen wird. Die Arbeiter werden hierbei so weit auseinander gestellt, als es nur irgend möglich ist, um — besonders in langen Gallerien — die Luft nicht so schnell zu verderben. Der Versatz muß übrigens bei schwachen Ladungen, unter 500 Pfunden, immer möglichst fest und mit Sorgfalt gemacht werden, weil man außerdem nie auf die gehörige Wirkung der Mine rechnen darf, sondern ein Theil der Pulverkraft durch die lockere Verdämmung verlohren gehet. Nur bei sehr starken Ladungen vertritt die durch die heftige Entzündung schnell ausgedehnte Luft die Stelle der Verdämmung, und man erreicht auch ohne diese die verlangte Wirkung, wie mehrere Erfahrungen hinreichend bestätiget haben.

Das Verhältniß der erforderlichen Ladungen, bei welchen der Versatz entbehrlich wird, ist

1 oder einfache Ladung,	zu	1, dem gewöhnlichen Versatz,	
$1\frac{1}{4}$ — —	— —	$\frac{3}{4}$ — —	—
$1\frac{1}{2}$ — —	— —	$\frac{1}{2}$ — —	—
2 bis $2\frac{1}{3}$	— —	0 oder keine Verdämmung.	

s. Couronnement und Ladungen.

Versatz der Balken. S. Verzapfung.

Verschanzte Läger. S. Läger.

Verstärkung alter Städte. S. letzteres Wort.

Verstärkung d. bedeckten Weges. S. Bedeckter Weg. S. 81.

Vertheidigung der Festungen ist von dem Angriff abhängig, und kann nur allein mit Berücksichtigung des letztern zweckmäßig angeordnet werden. Es geschiehet aber der Angriff

a) durch Ueberfall,
b) mit Gewalt, oder endlich
c) regelmäßig durch Laufgräben.

Wie dem Angriff sub a) und b) zu begegnen, ist schon oben gesagt worden; gegen den regelmäßigen Angriff aber sind andere Vorkehrungen nöthig, die des Feindes Absichten vereiteln und seine Vorschritte hindern oder erschweren.

Der Commandant der Festung muß zu dem Ende die Umgegend der Festung mit allen ihren Vortheilen und Nachtheilen auf das genaueste kennen; muß wissen, in welchen Verhältnissen sie sowohl in Beziehung auf die Grenze überhaupt als mit den entworfenen Operationen der Armee stehen, um diesen entweder in offensiver oder in defensiver Hinsicht zu Hülfe zu kommen. Nie darf sie aber die Absichten des Ober-Generals durchkreuzen; zu viel zu wagen ist hier eben so nachtheilig, als zu wenig zu thun; denn immer bleibt die Vertheidigung der Festung, und die ihr entsprechende Stärke der Besatzung das Hauptaugenmerk.

Ganz besondere Berücksichtigung verdienen diejenigen Punkte, wo der Feind lagern oder vorrücken kann, die ihm vielleicht zur Deckung dienen, oder die den Ausfällen günstig sind, ohne doch der Vertheidigung der Werke zu schaden. Die einen müssen so viel als möglich zerstöhrt, die andern aber erhalten werden.

Mit noch größerer Sorgfalt aber muß der Commandant die Festung, die Beschaffenheit ihrer Werke, ihre Nachtheile und

Hülfsquellen untersuchen. Er muß die Arbeiten fördern, durch seine Gegenwart leiten und beleben, den Arbeitern alles zutheilen, was nur die Besatzung aufbringen kann, und das aus des Feindes Lande ziehen, was nur irgend die Umstände erlauben.

Seine erste Sorge muß also seyn, die Garnison zu kennen, welche nothwendig ist zur Vertheidigung der Festung, die Proportionen, nach welchen die verschiedenen Waffen unter einander verbunden sind, und die nützlichen Verhältnisse, welche sie darbieten können, sey es für die Defensive oder für den Angriff.

In den Festungsmemoiren kann der Commandant dieses Studium anfangen, welches ihm der Chef des Ingenieurcorps erleichtern wird. Hierbei giebt es ein Vorurtheil zu bekämpfen. Viele Commandanten denken, sie können ihre Festungen nicht anders vertheidigen, als indem sie dieselben durch Armeecorps bedecken. Ein Zweiter Irrthum ist dieser: man bildet sich ein, die Festungswerke müßten so weitläuftig seyn, daß sie es unmöglich machen, die Wohnungen während der Belagerung zu bombardiren; als ob die Festungswerke zuerst dazu wären, die Gebäude zu erhalten. Das ist ihren großen Gegenstand verkennen; das ist vergessen, daß ihre wahre Bestimmung ist: die feindlichen Armeen aufzuhalten, und den unsrigen die günstigsten Punkte für den Angriff zu geben, und ihnen den Sieg zurückzuführen. Es ist ohne Zweifel nothwendig, rund umher die Punkte zu besetzen, welche die natürliche Lage zu ihrer Vertheidigung darbietet, und die, welche zugleich möglich und vortheilhaft damit zu verbinden sind, weil sie nahe beieinander liegen oder schädlich sind.

Aber es giebt Grenzen, welche die Festungswerke nicht überschreiten dürfen, ohne sich zu schwächen: in diesen Schranken muß man sie halten; und wenn sie gut erhalten sind, kann man versichert seyn, daß die nothwendigen Ausdehnungen nicht über die Berechnung gehen werden, welche durch die Lage und die Rolle der Festung schon bestimmt ist. Die Wirkung der Bomben und anderer anwendbaren Brennstoffe werden wir späterhin untersuchen, so wie die Mittel, sie unschädlich zu machen; aber alles wird uns beweisen, daß sie einen wohlvertheidigten Platz niemals gezwungen haben sich zu übergeben. Die alten Belagerungen geben davon ein Beispiel; und ganz kürzlich Lille, Thionville und Mainz.

Der Festungs-Commandant, und mit ihm die der Artillerie und Ingenieurs, müssen die Einrichtung der Bewaffnung und des Geschützes, welches sie verlangt, übernehmen. Er muß diese Arbeiten mit eignen Augen untersuchen. Bei Bewaffnung der Festungen ist noch ein Irrthum zu vermeiden: man muß nicht glauben, daß während der Dauer einer Belagerung das Geschütz eine unveränderte Stellung behalten darf, und daß die Vorderseite der Werke beständig mit Artillerie besetzt seyn muß, die nöthig

thig ist, um in irgend einem Augenblick der Vertheidigung eine Wirkung hervorzubringen. Es bedarf allerdings einiger bestimmter Batterien, für die Cavaliers, die Flanken, die unter Wasser gesetzten Werke ꝛc., aber die andern alle müssen vertheilt werden nach dem Fortschreiten der Vertheidigung, der Angriffe und den Unternehmungen des Feindes, und man muß sich nicht einbilden, daß um einem Theil der Werke ihre volle Wirkung zu verschaffen es nöthig sey, alles Geschütz dahin zu stellen, welches es aufnehmen kann; stellt man es aber bequem und recht für den schrägen Schuß, so wird man an der Anzahl sparen und seine Wirkung vermehren, weil es dann den Feind, seine Arbeiten und Niederlassungen genau trifft. Es ist also nicht die Hauptsache Batterien vorzuschicken, die vielleicht über kurz oder lang unnütz seyn werden, wohl aber die Art und Wirkung der verschiedenen Stücke und ihrer verschiedenen Kaliber zu kennen, so wie ihre Anwendung in den verschiedenen Wendungen der Belagerung zu bestimmen. Man vernachlässige vor Allem nicht, schräge Feuer sich zu verschaffen, indem man Batterien auf die der Angriffsseite nebenliegenden Werke stellt. Die Untersuchung dieser Einrichtung wird zeigen, wie vorzüglich es ist der Artillerie eine freie und leichte Communication zu bereiten, sey es nun im Innern der Werke, sey es zwischen den Innen- und Außenwerken, nur so, daß die Artilleriebedienung auf das schnellste handeln kann, und so nach den Vortheilen der Vertheidigung augenblicklich auf den oder jenen Punkt der Festung oder der Außenwerke die fürchterlichsten Feuermassen vereinigen. Hier müssen wir die Flößbrücken empfehlen, für Uebergänge über mit Wasser angefüllte Gräben oder Flüsse; sie tragen die größten Lasten, und sind unversenkbar, unzerstörbar für das Geschütz. Wir empfehlen gleichfalls bewaffnete Fahrzeuge in Plätzen welche am Meer gelegen sind, oder auch an großen Flüssen, oder bei solchen vor denen man breite und tiefe Ueberschwemmungen bilden kann. Der Festungscommandant wird sich über die Bewaffnung und Anwendung der Fahrzeuge, mit denen der Artillerie und der Ingenieurs besprechen. Liegt die Festung an der See, so muß er den Commandanten der Marine mit in das Einverständniß ziehen. Wenn das Ufer, an welchem sie gelegen, irgend einem Hafen entgegen liegt, kann der Kriegsminister, auf Ansuchen des Commandanten, den Marine-Minister veranlassen, einige mit Geschütz versehene Schaluppen dahin zu senden.

Wir kommen zu den Ueberschwemmungen. Der Commandant wird sich ohne Zweifel mit dem die Festung umgebenden Terrain bekannt gemacht haben. Er wird, sowohl nach Planen als nach dem Terrain, ihre Ausdehnung kennen, ihre Tiefe, die Mittel sie auszuführen, und ihre Wirkung für die Vertheidigung des Platzes. Wenn jenes lang und schwer zu umgreifen ist, so

wird er bei dem ersten Anschein der Gefahr untersuchen, zu was sie im Augenblick zu gestalten sind.

Die Erste Sorge des Commandanten wird dahin gehen, sich durch die Commandanten der Artillerie, der Ingenieurs, den Kriegskommissär und die Civilbehörde in dem, was jeden derselben angeht zu unterrichten: in wiefern in jeder Art für die Bedienung des Geschützes, die Ausführung der Arbeiten, die Erhaltung und Gesundheit der Vertheidiger und Bewohner gesorgt sey, und welche Vorräthe vorhanden sind. Es ist seine erste Pflicht alles selbst zu sehen, ihren Zustand zu untersuchen, und nichts zu vernachlässigen, um so vollständig als möglich die Zurüstung zur Belagerung zu schaffen oder zu erhalten.

Zu gleicher Zeit wird sich der Commandant über die Anzahl und den Zustand der Garnison versichern, der Artillerie, und der nöthigen Vorräthe im Fall der Belagerung; er fühlt die Nothwendigkeit, die Behältnisse zu kennen und passend einzurichten, welche bestimmt sind den Unterhalt und die übrigen Bedürfnisse zur Vertheidigung aufzunehmen. Einmal sind es gewöhnliche Gebäude, die dazu dienen wenn die Festung nicht belagert ist, und dann solche die im Fall der Belagerung Widerstand leisten können, oder die den Zerstöhrungen der Bomben zu widerstehen fähig sind. Obgleich er die Ersten nicht übersehen darf, so müssen doch die letzten, besonders wenn die Feindseligkeiten sich nähern, seine Aufmerksamkeit vorzüglich fesseln. Nur große Festungen haben in ihrem Innern einige Räume, welche dem feindlichen Feuer wenig ausgesetzt sind. In diese Räume muß man die wesentlichsten Bedürfnisse versammeln, und dabei vermeiden, daß sie einander nicht zu nahe liegen, dadurch sich reiben, und Feuersbrünste verursachen. Die Futter- und Holzmagazine können im Freien seyn, in kleinen und alleinstehenden Haufen. Etwas geräumige Exercierhäuser sind gut zum täglichen Dienst. Für andere Bedürfnisse braucht man Häuser, besonders zum Hospital, und wenigstens für das Drittheil der Garnison. Wenn die Festung klein ist, und kein Punkt da, der nicht den Wirkungen der Bomben und Granaten ausgesetzt wäre, so sucht man die schußfreien Behältnisse zu vervielfältigen. Es ist vortheilhaft, aber selten, die nothwendige Anzahl der unterirdischen festen Gewölbe zu haben — man ersetzt sie durch Blendungen. Solche Behältnisse verlangen nur Holz und Erde, und sind in kurzer Zeit fertig, indem man die Bäume gegen einander lehnt, oder besser wider Mauern und feste Bekleidungen, an wenig ausgesetzten Orten. Man blendet so die Häuser, welche dicke Mauern haben, in allen Stockwerken wenn es seyn kann, indem man die unnöthigen Thüren und Fenster versetzt, und bewahrt sich die andern durch kleine Blendungen. Solche Gebäude bieten den gesundesten Aufenthalt für die Vertheidiger,

und besonders für die Kranken; sie beweisen aber auch, wie nothwendig es ist, in die Festungen so viel Holz zu schaffen als nur möglich. Die Keller der öffentlichen und auch anderer Gebäude gewähren eine andre Hülfsquelle. Wie wenige nur dazu geschickt sind, so bedarf es auch wenig Arbeit und Sorgfalt, um sie dazu zu machen. Hauptsache ist: daß der Commandant bei guter Zeit sich mit den Hülfsmitteln bekannt mache, welche die Festung darbietet, sey es an schon existirenden Behältnissen, oder an Gebäuden, oder an leicht zu blendenden Plätzen. Ueber den allgemeinen Zustand dieser Hülfsmittel müssen der Festungs-, Artillerie- und Ingenieur-Commandant, so wie mit dem Kriegscommissair sich verständigen über die Eintheilung der existirenden Behältnisse zu den verschiednen Bedarfen, nach Beschaffenheit und Wichtigkeit der Bedürfnisse. Die wichtigsten Behältnisse sind die Pulvermagazine, und die welche zu andern Materialien der Artillerie gebraucht werden und schnell anbrennen; — dazu nimmt man die trockensten Gewölbe, die zu gleicher Zeit weit von den Wohnungen abliegen. Das Hospital und das Quartier eines Drittheils der Besatzung, sind die zweiten; dazu nimmt man die Gewölbe und geblendeten Gebäude, die am luftigsten und am wenigsten ausgesetzt sind. Nun erst sorgt man für die Sicherheit der Unterhaltsmittel; die etwas feuchten Gewölbe dienen am besten zum Aufbewahren des Getränkes und eingesalzenen Fleisches. Aber darauf muß vor allem gesehen werden, daß die Gewölbe nicht zu einer der Vertheidigung fremden Bestimmung verwendet werden; daß man keine Munition oder Effekten hineinstellt, welche in freier Luft bleiben können, als da ist: Holz, Futter, Wagen, und die nicht brennbaren Materialien. Man muß verhindern, daß nicht ein oder der andere Magazinbeamte diese Behältnisse zu seinem Gebrauch nehme, Wohnungen daraus mache, oder seine und anderer Leute Effekten dahin stelle. Wenn es ihrer Viele giebt, so wird es für die Vertheidigung am vortheilhaftesten seyn, wenn der Commandant die welcher man nicht bedarf zur Sicherheit der Einwohner hergiebt.

Das Vorhergehende bezeichnet vielfältige Mittel, durch die man sich gegen das Geschütz zu verwahren vermag; kann man sie nicht anwenden, so würde das immer kein Grund seyn, die Festung zu übergeben. Weiter unten werden wir noch von einigen Mitteln sprechen, um die Wirkungen der glühenden Stückkugeln abzuhalten.

Querwälle, auf die Werke oder die Straßen gesetzt, schützen die Dahinterstehenden, an der dem Fall der Bombe entgegenliegenden Seite, vor den Stücken derselben und denen der Haubitzgranaten. Diese Querwälle sind gleichfalls ein Schutz wider die Streichschüsse in den Theilen der Werke oder des Innern, welche

der Enfilade ausgesetzt sind. Auf den Werken schützen sie auch die Batterien. Einige dieser Querwälle können, festgebaut seyn; weil aber die Batterieen beweglich seyn müssen ist es nothwendig daß die Querwälle auch so eingerichtet sind; zu dem Ende macht man sie von Schanzkörben, von Batteriefaschinen, und von Sand- oder Wollsäcken. Diese Art der Traversen ist am leichtesten zu bauen, nimmt den wenigsten Raum ein, und ist die beste im innern Theil der Werke.

Bei den Untersuchungen des Terrains, welches am wenigsten ausgesetzt, ist interessant, zu unterscheiden und zu bemerken, welche Plätze am besten zum Verwahren des Viehes und der Pferde sind, und die Gärten, in welchen man Gemüse bauet. Es ist besser, wenn man es nicht anders kann, die Vergnügungsgärten zum Aufbewahren des Holzes und Futters aufzuopfern, und dagegen den Anbau der Gemüse zu schonen, als ein sehr köstliches Hülfsmittel in einer langen Belagerung.

Der Commandant muß dann noch untersuchen, in wiefern er auf die Einwohner rechnen kann.

Wenn es wackere Leute sind, werden sie zur Vertheidigung der Festung beitragen, und er kann auf sie als einen Theil der Besatzung rechnen. Lille und Dünkirchen sahen die Nationalgarde an der Seite ihrer bravesten Vertheidiger in den Ausfällen kämpfen.

In jedem Fall wird er sie zu den Vertheidigungsarbeiten anwenden können, und sie für den inneren Dienst in Compagnieen zum Feuerwacht- und Spritzendienst eintheilen. Auch müssen diese Compagnien die allemal aus den Einwohnern eines Viertels bestehen, durch Schildwachen den Fall der Bomben und die Richtung der Stückkugeln beobachten.

Mit Löscheimern versehen werden diese Männer an den Ort hineilen, wo man das Feuer bemerkt, und werden es im ersten Funken ersticken; sie verfolgen die Spur der Kugeln, schütten Wasser in alle Gruben die sie gemacht haben, ergreifen sie mit Zangen, und tragen sie in Löffeln oder in metallnen Gefäßen in den nächsten Wasserbehälter. Um diese Wasserbehälter zu vermehren, ist jeder Einwohner gehalten vor seinem Hause Kübel voll Wasser zu haben, Eimer oder lederne Kübel; und die verschiednen Viertheil müssen mit einer gewißen Anzahl tragbarer Sprützen versehen seyn. Also kömmt man den Feuersbrünsten zuvor ehe sie sich verbreiten. Bereit gehaltne Haaken Leitern und Plumpen mit Wassersprüngen, werden Mitel geben, mit einer geringen Anzahl diejenigen aufzuhalten welche sich plötzlich mit großer Macht entwickeln können. Solche wohleingerichtete Vrrsichtsmaßregeln sichern den Einwohner, und verhindern Unordnung und Verwirrung, welche beide eben so viel Uebel verursachen als die Granaten, ja fast ganz allein ihre Wirckung versichern. Sie retteten Lille: die

Verwirrung dauerte nur zwei Tage; den dritten war Alles organisirt, den vierten spielten die braven Liller mit glühenden Kugeln.

Doch es ist nicht genug die Hülfsmittel zu kennen, welche man vom Gouvernement empfangen oder durch die Einwohner des Platzes erhalten kann; es ist gut, mit dem größten Geheimniß und im Voraus diejenigen zu wissen, welche das Land und die Festung selbst darbiethen kann, um im Augenblick des Bedürfnißes die Wagen, Pferde, Vieh, Fahrzeuge, Flößen und andre Mittel zum Transport und Communication zu versammeln, — das Vieh, Körner und andre Dinge zum Unterhalt — die Materialien und Werkzeuge zur Arbeit.

Wenn der Commandant einer Festung ihre Bedürfniße und ihre Hülfsquellen ausgemittelt haben wird, und die letztern finden sich geringer, so sehe er es deswegen nicht für unmöglich an sich zu vertheidigen. Die Ehre verlangt nichts destoweniger einen Widerstand von ihm, dessen Dauer seinen klug eingetheilten Mitteln angemessen ist: Ordnung und Sparsamkeit werden sie verlängern, und unerwarteter Beistand ihm zu Hülfe kommen. Das entblößte Lille und Dünkirchen erhielten Entsatzung in wenig Tagen. Thionville, Maubeuge und Landau erhielten Entsatz. Dünkirchen hielt sich noch als die Engländer schon unter ihren Mauern geschlagen wurden. Ein weiser Commandant wird sich nicht selbst seine Hülfsmittel zerstören, indem er den Vertheidigern ihren Muth benimmt; vielmehr stärkt er ihr Vertrauen durch das seinige, und ihren Eifer durch seine Ergebenheit.

Kennt er die Festung wohl, und eben so das sie umgebende Terrain, wie die Hülfsmittel aller Art über die er gebiethen kann, so wird er dann überlegen, welchen Widerstand sie ihm erlaubt zu thun; auf dieses Terrain wird er, in Zusammenkünften mit den verschiednen Befehlshabern der ihm zugetheilten Truppen, ein Vertheidigungssystem gründen, und davon einen Entwurf zeichnen lassen. Ist die Sache ausführbar, so wird wenigstens der Plan im voraus gemacht seyn, wenn er auch genöthigt ist, ihn nach den feindlichen Stellungen zu berichtigen.

Er wird vor allem seine Truppen in Vertheidigungsmanövern sich üben laßen. Nichts ist sich unähnlicher, als Manövers im offnen Felde und die ganz zusammengezogne Vertheidigung von Festungswerken. Es ist nothwendig, die Vertheidiger zu lehren, welche Unterstützung die Festungswerke sich gegenseitig gewähren, und welche Unterstützung die Ausgänge von den Festungswerken erhalten, sey es beim Ausfall, oder der Vertheidigung. Es ist besonders nothwendig, sie an die Verbindungen und die fortrückende Vertheidigung des bedeckten Weges und der Abschnitte in den Flanken zu gewöhnen. Das beste Mittel ist:

einen falschen Angriff darauf zu führen. Spare man dabei die Munition; aber, diese ausgenommen, müssen alle Waffen ihre Rolle dabei spielen, und das Ganze sey ein treues Bild einiger Wendungen einer Belagerung. Zerstreuen muß man den Feind, sey es durch die Wahl der Flanken, oder indem man Manövers unterschiebt, die er nicht machen kann, oder Projekte die er nicht ausführen kann, weil er dabei von den Nachrichten keinen Vortheil ziehen könnte, welche er von seinen Spionen erhält.

Sei es nun aber bei den Manövern oder im gewöhnlichen Dienst, und in allen seinen militairischen Verbindungen — der Comandant bemühe sich die Achtung und Zuneigung der Befehlshaber, der Offiziere und Soldaten zu gewinnen; er wiße sich das Wohlwollen der Civilbehörden und Bürger zu erhalten; und ist es im feindlichen Lande, so halte sein Charakter die Aufrührer im Zaum, aber seine Gerechtigkeit beruhige den unterwürfigen Einwohner.

Es ist nothwendig, sobald die Gefahr in der Belagerung dringender wird, alle Gebäude, welche bedecken und so der Vertheidigung schaden können, zu vernichten, und in diesem Punkt unerbittlich gegen jedes Privatinteresse zu seyn. Die Schnelligkeit mit welcher der Feind sich auf Dünkirchen stürzte (im Jahr 2.) erlaubte nicht, dies früh genug auszuführen; man mußte unter dem feindlichen Feuer anfangen, welche, von den Gärten beschützt, bis zu 60. Meters des bedeckten Weges schoß.

Ist die Belagerung erklärt, so muß der Commandant die Vertheidigungsarbeiten um so mehr beschleunigen, die Blendungen, Floßbrücken und Comunicationen aller Art; er muß seine Ueberschwemmungen in gutem Stande haben, die Graben mit Wasser angefüllt, seine Wasserbehälter bereit halten, um die trocknen Gräben damit anlassen zu können, nachdem er sie so lange als möglich so vertheidigt hat.

Dann muß er seine Artillerie aufstellen.

Wenn seine Körner noch nicht alle gemahlen sind, muß er dieß sogleich geschehen lassen; und wenn es ihm an Zeit fehlt, so versichre er sich Mittel, es während der Belagerung vorzunehmen.

Seine Compagnien Sprützenleute und Feuerwächter versammle er, und laße sie die Manövers einüben, zu denen sie bestimmt sind. Die Einwohner lehre er, was sie zu thun haben, sey es nun bei den Feuersbrünsten, oder um ihre Keller zu schützen, oder sich kleine Blendungen von den Trümmern der Gebäude zu bauen, welche die Bomben eingeschlagen haben.

Er versichert sich der Zugänge und Plätze welche am meisten zur Vertheidigung geeignet sind, und vorzüglich einen leichten Rückzug darbieten.

Er detaschirt, wenn die Verhältnisse es erlauben, Partheien, welche sich mit denen der benachbarten Festungen kreuzen, und mit den feindlichen Patrouillen scharmuziren. So gewöhnt er die Besatzung an den Vertheidigungskrieg.

Wenn sich ein vortheilhafter Angriff mit Gewalt ausführen läßt, so versäumt er das nicht. Chamilli in Grave eingeschlossen hätte sich beinahe Herzogenbusch bemächtiget.

Im feindlichen Lande hebt er Contributionen; er wirft so viel Geld zu sammen als er kann, und sucht sich, wo möglich, einigen Credit bei wohlhabenden Einwohnern zu erhalten. Er wird Geld brauchen um seine Besatzung zu unterstützen, um die Arbeiter zu belohnen, und vor allen die welche sehr ausgesetzt sind; dann aber auch um sich Nachrichten zu verschaffen, sowohl von außerhalb als vom Feinde, und um sich die geheime Verbindung zu erleichtern, in welcher er mit den Commandanten der benachbarten Festungen und der beweglichen Truppen zu bleiben sucht.

Er organisirt die Mittel zu diesen Nachrichten und Verbindungen, er besoldet Landleute, und nimmt um sich ihrer zu versichern ihre Angehörigen als Geißeln; durch diese Mittel sucht er die Bewegungen des Feindes kennen zu lernen. Er wählt einige wohlberittene Reuter, welche sich zu kühnen und außerordentlichen Unternehmungen schicken. Er sucht einige unerschrockne, kluge und sichre Männer, welche gute Läufer und Schwimmer sind, oder wenn Umstände und Jahreszeit es erlauben, vortreffliche Schneeschuhläufer seyn werden. Diese Männer werden geschickt seyn, seine Depeschen zu tragen und ihm Nachrichten zu bringen. Er wird mit den Befehlshabern der benachbarten Festungen und den beweglichen Truppen eine Chiffer verabredet haben. Giebt es in der Festung einen nicht sehr ausgesetzten Telegraphen, so wird er sich ihn aufsparen, wo nicht, wird er sich andre Signale erfinden, und nach einer vorhergegangnen Uebereinkunft werden vertraute Leute die Zeichen an einem gewissen Punkt seines Horizontes beobachten.

Zu gleicher Zeit wird er Acht haben, besonders im feindlichen Lande, daß die Belagerer nicht ein Einverständniß in seinen Mauern unterhalten. Die hohen Stockwerke läßt er abbrechen, so wie er alles an den Häusern wegthun läßt, was dazu dienen könnte, dem Feinde Zeichen zu machen. Er wird seine Entwürfe verbergen vorzüglich seine Ausfälle, und diejenigen die sie zu enthüllen suchen, fortjagen; er wird in seinem Mißtrauen nicht ungerecht seyn, aber ohne Mitleid gegen die Spione und Verräther.

Er wird die Fremden aus der Festung verweisen, die Vagabunden, die verdächtigen Leute, und vor allem die unnützen Mäuler. Diese erregen Unruhe durch ihre Klagen, ihren Schrekken und die Verlegenheit in welche ihre Unbrauchbarkeit ver-

setzt — jene sind das Haupt aller Verräthereien; alle vermehren die Verwirrung und verzehren die Lebensmittel.

Dafür wird er die Bestände in die Festung bringen lassen, Vieh, Korn, Futter etc. Wagen, Kähne, Materialien, Werkzeuge etc. alles was zur Vertheidigung nützlich seyn kann. Er zerstört alles, was, indem es ihm schadet, dem Feinde nützt.

Nach diesen Vorsichtsmaßregeln wird der Commandant versichert seyn, daß man ihn nicht ganz und gar einschließen kann, und wird von allen Fehlern des Feindes Vortheil ziehen. Er wird die Partheien verdoppeln, die Hinterhalte vermehren, die Ersten Posten des Belagerers aufheben, und wenn es seyn kann, die Recognoscirungen die dessen Ingenieure und Generalstab machen. Er aber wird die Vorsicht verdoppeln, und keine Abtheilung ausschicken ohne sie durch echelons bis an seine Werke zu unterstützen. Doch auch da wird er stets noch auf seiner Hut seyn, und sich gegen eine Unternehmung gegen seine Außenwerke oder auf die Festung selbst vorsehn.

Während der belagernde Feind sein Lager aufstellt, wird sich der Festungscommandant wohl hüten, das geringste zu thun ihn daran zu hindern, er mag sich nun zu nah oder zu weit setzen; er wird nur mit halber Ladung schießen; dann aber, wenn die Belagerungsarmee sich in die Schußlinie des Geschützes der Festung setzt, dann wird er ihn sogleich wieder vertreiben.

Ist die Einschließung geschehn, so wird das feindliche Lager auf den Festungsplan gezeichnet. Auf diesen Plan, den der Commandant an einem Ort bewahrt welcher allen, außer den Befehlshabern der Ingenieurs und Artillerie und einigen wenigen welche er bezeichnen wird, unzugänglich ist, werden von Tag zu Tage alle Operationen des Angriffs und der Vertheidigung bemerkt, und danach wird der Commandant, wenn er sich mit denen der Artillerie und Ingenieure darüber besprochen hat, alle Vertheidigungsmaßregeln während der Belagerung regeln und bestimmen.

In dem Maße als der Feind vorgehet, zieht der Commandant seine Besatzung in die Positionen zurück, die sie eingenommen, und läßt sie hinter der Linie seiner Vorwerke, oder im Innern seiner großen Außenwerke. In das Innere selbst wird er nie eintreten, wenn er nicht dazu gezwungen wird, und so lange als es möglich ist wird er die muthige Stellung der Vertheidigung beibehalten.

Unterdessen setzt er sich den Fortschritten des Feindes durch alle mögliche Mittel entgegen. Er überschüttet seine Laufgräben mit Projectilen, Bomben und Granaten. Die Kanone mit voller Ladung thut eine geringe Wirkung gegen die lockere Erde der Brustwehren; aber wenn er einen Laufgraben mit dem Schleuderschuß und Bestreichung treffen kann, so versäumt er die Gelegen-



heit nicht; er weiß sie sogar zu suchen, indem er die Angriffe wo möglich durch bewaffnete Einschiffungen verlängern läßt, oder die Linien der Contre-approche vorwärts ausdehnt, welche die Verlängerungen des Zickzacks der Belagerers abschneiden. Aber die Einrichtung dieser Linien muß vorsichtig seyn; ihre Erste Bedingung ist die: daß sie stets von der Festung bestrichen sind, um dem Feinde keine Deckung darzubieten. Sie werden von dem Belagerer bestrichen seyn, wenn ihre Verlängerung nicht in Ueberschwemmungen fällt, seien es Flüsse, oder eine Schlucht oder eine Vertiefung, auf eine Länge bei welcher ihre Kanonen nicht wirken können. Dann auch müssen sie sich an einige Theile unzugänglichen Terrains lehnen, als da sind Abhänge, Schluchten rc. damit der Feind sie nicht durch einen Laufgraben (boyau de tranchée) abschneiden, oder durch einen Angriff von allen Seiten umzingeln kann.

Vor allem wendet der Commandant Angriffe an; er vervielfältigt die Ausfälle; bald macht er sie groß, bald klein, bald falsch, öfterer wirklich: in diesen begleiten allemal die Arbeiter die Truppen, und untergraben die Tranchéen. Diese Angriffe quälen den Belagerer, halten die feindlichen Arbeiter auf, indem sie ohne Unterlaß genöthigt werden, ihre Arbeiten zu unterbrechen, bald aus Furcht bald durch Gewalt: der Belagerer immer durch Angriffe beunruhigt verzehrt sich durch Ermüdung sowohl als durch Kämpfe.

So hielt der brave Chamilli mit weniger als 4000 Mann während drei Monate eine Armee vor Grave auf, und sie verlor 14000 Mann eh' er seinen bedeckten Weg aufgab. So wurde der Feind zu Mainz, nach einer ganzen Campagne, ehe er noch den zweiten Wall erreicht hatte, nach Abschneidung der Lebensmittel durch die Besatzung genöthigt es zu verlassen.

Ist der Feind beim bedeckten Wege angekommen, so sieht er mit seinen Fortschritten auch die Hindernisse wachsen; ist der Platz unterminirt, so verschüttet der Belagerte seine Arbeiten und Battaillone. Umsonst suchen seine Minenrs die rameaux des Belagerten; ihr ungewisser Gang ist leicht entdeckt, und sie sind in demselben Laufgraben verschüttet den sie ausgehöhlt haben. Zu rechter Zeit gemachte Ausfälle vernichten die Wirkung der Minen, und dieser Krieg ist ganz zum Vortheil des Belagerten. Will der Feind den bedeckten Weg mit lebhafter Stärke angreifen, findet er Widerstand; ist er zu überlegen, so überläßt man ihm die Saillants, aber in den eingehenden Winkeln hält man Stand. Versucht er sich in der flüchtigen Sappe zu setzen, so läßt man ihn einen Augenblick dem Feuer aus den Werken ausgesetzt — man überschüttet ihn mit einen Hagel von Bomben, Granaten und Steinen; man debouchirt aus den eingehenden Winkeln, aus den anstoßenden Fronten, man verjagt ihn und zer-

stört seine kaum gebildeten logemens. Wenn er im Gegentheil den bedeckten Weg Fuß vor Fuß conronniren will, so kann er mit seinen Sappen nur langsam und mit vielem Verlust vorrücken. Nur durch die lange und gefährliche Arbeit der Laufgrabenkatzen, oder mit einer sehr großen Menge von Geschütz verjagt er den Belagerten aus seinen ausspringenden Waffenplätzen: seine Conronnirung muß ihn von jeder Traverse verjagen; ist er Meister der Schenkel, so biethen ihm die parallelen Waffenplätze in den eingehenden Winkeln mit Reduit neue Hindernisse dar. Und nur mit Verlust, und indem er sich überall mit Traversen umgiebt, kann er sich vor dem Rückfeuerbewahren, welche die Außenwerke machen.

Während dem Angriff und Wegnehmen des bedeckten Weges muß man die Granaten, Steine und Bomben vervielfältigen, welche die Sammelplätze des Feindes treffen sollen; dies hält die Breschbatterieen zurück. Der Belagerte sucht diese Batterien nicht geradeaus zurückzuweisen, er greift sie schräg an wenn es seyn kann, und zwingt wenigstens den Feind, seine Rückenwehren zu vervielfältigen.

Ist die Sturmlücke in den Außenwerken gemacht, so fängt der Feind seinen Uebergang über den Graben an. Auf den obern Flanken, auf Faschinenbrücken, wenn Wasser darinnen ist, wird er es versuchen. Der Belagerte verhindert diese gefahrvolle Unternehmung mit allen Mitteln die ihm bleiben. Er zerstört die Brücke, die Schulterwehren durch seine Batterieen, zerstreut die Arbeiter durch Steine und Granaten, er reißt sie hinweg durch die Wasserströme, die er in seine Gräben leitet, sammelt Ausfälle hinter seinen Caponieren und Grabenscheeren, wirft sich schnell auf die Brücke, reißt mit Hacken auseinander was sie zusammensetzt, und entzündet die Faschinen und andere brennbare Materialien.

Hat der Feind unter allen diesen Gefahren seine Brücke machen können, und will er die Lücke ersteigen, so findet er da Verhaue und andere Hindernisse. Minen und Flatterminen sprengen ihn in die Luft, ganze Bäume, Steinblöcke rollen herab und verderben ihn, Bomben und Haubitzen mit der Hand geworfen, ein Regen von Granaten überdecken ihn.

Macht sich der Feind Meister von der Breche, so deckt den Belagerten ein Retranchement, oft erst während der Belagerung gebaut, sichert seinen Rückzug und macht es ihm sogar manchmal möglich, sich dem Sieger von neuem entgegenzustellen — unterdessen das Feuer der Festungsmannschaft diesen aufhält, und ihn durch neuen Verlust die Einnahme der ganzen Werk theuer erkaufen läßt.

Hat der Belagerer auf diese Weise die Außenwerke genommen, so muß er auf den Hauptwall nun einen noch geährliche-



ren Angriff beginnen. Einen Uebergang über den Graben, der länger und schwerer zu machen ist und noch leichter zu zerstören.

Hat ihm nun der Commandant lange den Uebergang streitig gemacht, so läßt er es auf den Sturm ankommen. Er verwahrt die Bresche wie er nur kann, und mit allem was er nur zusammenbringen kann; er vervollkommt seine innere Verschanzungen; die geringste Brustwehr, Häuser die sich am Fuß der Wälle befinden, ihre Trümmern, macht er zu Verschanzungen hinter welchen hervor er auf den Feind einen Hagel von Granaten, Haubitzen und Steinen regnen läßt. Und nur wenn der Feind im Begriff ist, diese Verschanzungen zu überwinden, trägt er ihm die Uebergabe an. Was hat er zu fürchten? Der Belagerer hat noch die größten Schwierigkeiten, und bedarf einer neuen Vorbereitung, einer neuen Anstrengung, um diese letzten Hindernisse zu beseitigen.

Vertheidigungsmauern (Murs crenelés) mit Schießlöchern bringt **Carnot** überall zur Sicherheit gegen Ueberfall und Sturm anstatt der Pallisaden an, F. Fig. 317. Taf. XXII. Wirklich haben sie den Vortheil keine so kostspieligen steten Ausbesserungen zu bedürfen, obgleich ihr Bau anfangs bedeutendere Kosten verursachet. Da wo die Mauern in den Gräben, und sonst, völlig gegen die feindlichen Stückkugeln gedeckt sind, dürfen sie nicht über 1 Fuß stark, und 6 Fuß hoch werden; können sie jedoch zufällig getroffen werden, muß man sie 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuß stark machen.

Vertheidigungsminen. S. **Gegenminen.**

Vertheidigungsthurm. S. **Donjeon** und **Thurm.**

Vertheilung des Feuers bei den Minen (Compassement des feux) ist durchaus nothwendig, wenn bei einem **Gewebe** mehrere Kammern zugleich springen sollen. Hier wird das Feuer vermittelst irgend einer **Zündung** (w. n. i.) an den Vertheilungspunkt M. Fig. 319. Tab. XXV. gebracht, und von da, vermittelst **gleich langer Zündwürste** nach den einzelnen Kammern A, B, C. geleitet. Bei doppelten oder dreifachen Treffminen hat die Vertheilung des Feuers keine Schwierigkeit; ist aber z. B. ein Minenast länger als der andere, muß man der Leitung in dem kürzeren durch Biegungen x Fig. 296 Tab. XXV. die nehmliche Länge geben, daß

$$6\, r\, v = r\, s = r\, w$$

Zugleich wird jede **Schmiege** oder Biegung des Leitfeuers für 3 Zoll Länge an der Zündwurst gerechnet, weil die Erfahrung lehret, daß in den Biegungen die Fortsetzung des Feuers um

etwas weniger geschwind geschiehet, als auf der graden Linie. Die Vertheilung des Feuers ist aber ganz besonders bei dem Sprengen der Festungswerke, Gebäude u. s. w. nöthig, wo öfters 20 und mehr Kammern auf Einmal gezündet werden müssen. Geschiehet dies aber nicht genau gleichzeitig, kann die früher springende Mine leicht entweder die Zündung der späteren zerstören, oder die Wirkung der letzteren sich gänzlich gegen die schon gesprungene und dadurch geschwächte Seite wenden, und dadurch nicht den vorgesetzten Zweck erfüllen.

Vertheilungsgewölbe in den Gegenminen. S. Kreuzgewölbe.

Vertrumpfen heißt: die wegen einer hindurch gehenden Treppe, eines Schornsteines :c. abgeschnittenen Balken a b Taf. XXII in ein starkes Querholz c d (den Wechsel), das seinerseits in 2 lange Balken eingelassen ist, mit einem Brustzapfen einsetzen, daß sie auf demselben ihre Auflage haben. Man siehet leicht, daß dieser Wechsel sowohl als die beiden ihn tragenden langen Balken, von vorzüglich festem und gesundem Holze seyn müssen, weil sie die ganze Last der vertrumpften Zwischenbalken zu tragen haben.

Verzahnen heißt: zwei Balken der Länge nach mit einander verbinden, daß sie durch die Einschnitte a b c Fig. 320. verhindert werden sich zu verschieben und sich zu biegen. Sie werden hiezu dergestalt eingeschnitten, daß die Länge der Zähne a b ohngefähr $\frac{1}{12}$ der Balkenlänge, ihre Höhe aber $\frac{1}{4}$ der Balkendicke beträgt. Die beiden obern in der Mitte zusammen stoßenden Balken A, B müssen ein wenig kürzer seyn, als der untere C, so daß man diesen $\frac{1}{60}$ seiner Länge auswärts krümmen kann, um jene auf ihn bringen zu können, wo sie alsdann festgebolzet werden.

Verzapfung des Holzes findet bei der Vereinigung senkrechter Stücken mit horizontalen statt, indem jene an ihren Enden verschwächet und mit den dadurch entstehenden Zapfen in die zugehörigen Zapfenlöcher eingelassen werden. Die Zapfen und sind:

1) Einfach und gerade;
2) Doppelt;
3) Abgeschräget;
4) Abgezwerchet;
5) Geächselt;
6) Mit einer Brüstung, oder
7) mit Versatz;

Die einfachen Zapfen, Fig. 322. A. Taf. XXIII. bekommen 3 Zoll Länge und — wie überhaupt alle Zapfen — ⅓ oder wenigstens ¼ der Holzstärke zur Dicke, und werden in ihrer ganzen Breite ausgehauen. Bisweilen, bei sehr starkem stehendem Holz macht man doppelte Zapfen B, die ⅕ der Holzstärke dick, mit eben so viel Zwischenraum parallel neben einander stehen. Widerkehrte Zapfen heißen sie, wenn der obere Zapfen A nach der Stärke und der untere C. nach der Breite des Holzes ausgehauen ist, so daß ihre Richtung sich durchkreuzet.

Die Strebebänder bekommen gewöhnlich Schräge Zapfen D, die zu besseren Anstützung des Holzes auch noch abgefaset werden x, und alsdann den Namen der Brustzapfen führen.

Verbindet man mit den schrägen Zapfen den Versatz E, der auch bisweilen allein angewendet wird, so bekommt man einen Zapfen mit Versatz, der abgezwickhet heißt, wenn in die Schwelle ein schräger Ausschnitt gemacht wird, der die Breite des zu zapfenden Stieles hat, F.

Die geächselten Zapfen G endlich finden bei den Eckstielen statt, wo der Zapfen auch nach der Breite eingeschnitten wird G, damit an den Enden der Schwelle noch etwas Hirnholz stehen bleibet, und der Zapfen nicht ausgleiten kann.

Die verzapften Holzstücken endlich werden entweder mit Nägeln von hartem Holz vernagelt, oder besser verbolzet, weil nach dem Anfaulen der hölzernen Nägel die Verbindung locker wird und leicht ganz ausweichet.

Vieleck wird durch den Umriß der Festungen gebildet, und bestimmt durch die mögliche Zahl seiner Seiten die Größe der letzteren. Da mit dieser, oder vielmehr mit der wachsenden Zahl der Seiten, wodurch sich das Vieleck der graden Linie nähert, auch die Vertheidigungsfähigkeit der Festung sich vergrößert; muß man diesen Zweck auch bei Festungen von weniger Seiten zu erreichen suchen, indem man ihnen die Form eines Parallelogramms giebt, und die beiden schmalen Seiten durch irgend ein Terrainhinderniß deckt, oder durch eine vorgelegte Citadelle verstärket. S. Polygonwinkel und Ravelin.

Viereck (Quarré) läßt sich zwar noch mit Bollwerken befestigen, wenn man jeder Seite 90 Ruthen Länge geben kann. Gestattet jedoch die Beschaffenheit der Lage dieses nicht, wird die ganze Festung zu enge, kann nicht einmal 1200 Mann Besatzung fassen, und man muß den Perpendikul weniger als ⅛ machen, wodurch die Flanken beinahe auf Nichts herabgesetzt werden, wenn man sie nicht vielleicht concav machen will, welche veraltete Form hier den Nutzen gewähret, daß man ein bis zwei Geschütze mehr aufstellen kann. Läßt sich das Viereck verlängern

und in ein Parallelogram umschaffen, verschwindet der Fehler der zu engen Bollwerkskehlen, und Alles wird geschickter und bequemer. St. Paul bemerkt übrigens, daß ein Viereck ohne Kasematten sich nicht über 3 Tage, mit denselben aber etwa 12 Tage halten könne. Sollte wohl ein zwölftägiger Widerstand die Baukosten einer Festung lohnen?

Zu der Befestigung mit Zangen hingegen ist das Viereck eben so gut geeignet, und eben so stark als jedes andere Polygon. Fallois, Virgin u. a. haben daher das Viereck selbst den andern Figuren vorgezogen und ihre Vorschläge auf dasselbe eingerichtet, die nichts gegen sich haben, als daß sie viel Werke, daher viel Arbeit und große Baukosten erfordern. Derselbe Vorwurf läßt sich auch Montalemberts Idee machen, der das Viereck, von der bloßen Redute mit Grabenvertheidigung an bis zur völligen Festung, zum Grunde leget. Es ist jedoch leicht zu erweisen: daß diese Form, durch die Kasematten verstärkt, einen ganz andern Widerstand zu leisten vermag, als das gewöhnliche Fünfeck mit engen, zusammengezognen Bollwerkskehlen, kurzen Facen und Flanken.

Vollzirkelbogen ist ein Gewölbe, dessen Mittelpunkt in der Ebne lieget, welche über die Untersätze gehet. Es heißt bisweilen auch ein Römischer Bogen (voute romaine).

Vorboden. S. Schleußen.

Vorgraben (avant fossé) liegt am Fuße des Glacis, und sichert, mit Wasser angefüllt, den bedeckten Weg gegen Ueberfall; hat jedoch den Nachtheil, die offensiven Bewegungen der Besatzung zu hindern, weil diese nur über die Brücken T Fig. 7. Tab. II. statt finden, und daher von dem Feinde durch Zerstörung derselben gleich in den Ersten Tagen der Belagerung verboten werden können. Ein Vorgraben, den man nach Willkühr trocken halten oder mit Wasser anlassen könnte, würde allerdings wesentliche Vorzüge haben. Allein, bei seiner Entfernung von dem Hauptwerke läßt sich nur selten eine hinreichende Deckung der Schleuse bewirken, ohne die man sehr bald das Wasser im Vorgraben abgelassen sehen würde.

Hat nun der Vorgraben entweder überhaupt gar kein oder doch nicht genug Wasser, würde er durch seinen inneren Raum dem Belagerer eine Deckung gewähren, wenn man ihn nicht als eine Verlängerung des Glacis A B Fig. 323. Taf. XXII unter den Horizont construirte, so daß er in seiner ganzen Tiefe von dem Bedeckten Wege aus rein bestrichen ist. Zu noch besserer Unterstützung werden auch wohl Fleschen in den eingehenden

Winkeln auf den Fuß des Glacis geleget, um den Vorgraben und zweiten Bedeckten Weg zu bestreichen. (S. Fleschen).

Um sicher über den Vorgraben kommen, und sich bei einem Rückzuge jenseit desselben aufstellen zu können, deckt man ihn gewöhnlich durch einen zweiten bedeckten Weg (s. dies Wort) nach dem man, so wie nach den Brücken über den Vorgraben, durch Einschnitte im Glacis Fig. 7. Tab. II. gelangt, die gewöhnlich auf den ausspringenden Winkeln liegen und gegen die Enfilade Traversen haben. Die Erste dieser Traversen liegt im bedeckten Wege selbst und ist 18 Fuß dick; die übrigen sind 80 bis 90 Fuß von ihr, und haben nur 9 Fuß Stärke. Der Nachtheil dieser Gemeinschaftswege fällt in die Augen: sie gewähren dem Feinde auf den ausspringenden Winkeln eine fertige Sappe bis in den bedeckten Weg. Auch in den eingehenden Winkeln haben sie, obgleich mehr geschützt, dennoch diesen Nachtheil, der vorzüglich gegen die Anwendung eines äußeren bedeckten Weges spricht.

Vorliegende Werke. S. Vorwerke.

Vormauer. S. Zwinger.

Vorscharten kamen im Niederländischen Kriege auf, wo man die Batterien durch eine zweite 12 Fuß vor die innere gelegte Brustwehr verstärkte, und in dieser, genau den hintern Schießscharten gegenüber, die Vorscharten anbrachte. Man siehet leicht, daß diese Einrichtung nur bei Angriffsbatterien, d. h. bei einer festbestimmten Richtung der Schüsse statt finden konnte. Sie ist auch späterhin nicht weiter gebraucht worden; doch hat neuerdings Mandar vorgeschlagen, eine zweite Brustwehr (Masque) vor zu legen, und diese mit ausgetrempelten, oben verdeckten Schießscharten zu versehen. Dadurch würde nun allerdings das Geschütz dem Feinde gänzlich aus den Augen gerückt, die Vorscharten würden jedoch bald zerstöhret, und man genöthigt seyn die eingestürzte Erde völlig hinweg zu räumen.

Eine andre Art Vorscharten giebt Trincano an, die in der eigentlichen Brustwehr selbst liegen, bis auf den Wallgang herab gehen, und 24 bis 30 Fuß weit sind. Aus der Mitte dieser Scharte ist mit einem Halbmesser von 40 bis 50 Fuß ein Halbkreis auf dem Walle beschrieben, der die Richtung einer 6 Fuß hohen 18 Fuß dicken Brustwehr giebt, in der sich nach Verhältniß ihrer Länge 5 und mehr schmale Schießscharten befinden, und deren Richtungslinien sich in der Mitte der Vorscharte durchkreutzen. Das Nutzlose dieses Vorschlages bedarf keine weitläuftige Auseinandersetzung!

Vorspringende Winkel. S. Ausspringende W.

Vorstädte in Festungen gewähren dem Feinde beim Angriff allezeit eine nachtheilige Deckung, und sollten nie unter 1800 Schritt von dem Hauptwall abliegen. Befinden sie sich näher, müssen sie bei einer zu besorgenden Belagerung nothwendig abgetragen werden — eine grausame und dennoch unentbehrliche Maßregel! die den Einwohnern immer um so härter erscheinet, weil man damit nicht die Ankunft des Feindes erwarten darf, und weil daher leicht der Fall eintreten kann daß Umstände die Belagerung verhindern und daß alsdann die Schleifung der Vorstädte überflüßig erscheinet. Das Abbrennen der Vorstädte im Momente der Annäherung des Belagerers erfüllt aber seinen Zweck durchaus nicht. Die zurückbleibenden Trümmern, Schornsteine, einzelne Mauern u. d. gl. sind immer Deckungsmittel, und oft findet der Feind in den Kellern der abgebrannten Gebäude selbst eine sichere Zuflucht gegen die Bomben der Festung.

Vorwall. S. Contregarde und Enveloppe.

Vorwerke (ouvrages avancés) unterscheiden sich von den **Außenwerken** (s. dies Wort) dadurch daß sie außerhalb des bedeckten Weges liegen, und daher nicht unmittelbar von dem Hauptwalle Unterstützung bekommen können. Ihre Bestimmung ist:

1) Die Verstärkung des bedeckten Weges, auf dem sich der Feind nicht eher festsetzen kann, bis er die Vorwerke erobert hat.
2) Die Behauptung unzugänglicher Punkte in Ueberschwemmung, Seen ꝛc. außerhalb der Festung.
3) Die Beherrschung solcher Terrainstellen, die dem Feinde bei seinem Angriffe Vortheile gewähren können, entweder um sich gedeckt der Festung zu nähern, oder um irgend einen Theil derselben zu überhöhen und zu bestreichen.
4) Die Deckung solcher Orte, welche sehr wesentlich zur Vertheidigung beitragen, wie Schleusen, Dämme ꝛc.
5) Den Feind weiter von einer an sich nicht sehr starken Festung entfernt zu halten, damit er weder einen förmlichen Angriff beginnen, noch auch die Festung durch eingeworfne Bomben ꝛc. in Brand stecken kann.

Hieraus folgt: daß alle **Vorwerke** von einer solchen Beschaffenheit sein müssen, daß sie unabhängig von der Unterstützung, welche ihnen die Festung gewähren kann, dem Feinde widerstehen können; daß sie nicht mit geringer Anstrengung von ihm

ihm erobert werden, und daß er sie nicht vorbeigehen darf um die Festung selbst anzugreifen.

Die gewöhnlichere Form der Vorwerke ist die viereckige, als Reduten (s. dies Wort), oder die fünfseitige mit hinten offner Kehle — die jedoch immer durch eine Vertheidigungsmauer, oder durch eine Pallisadirung geschlossen seyn muß. (S. Brillen) Alle diese Werke werden jedoch nur einen sehr prekären Widerstand leisten, wenn ihre Geschützstände nicht gegen die feindlichen Projectilen gedeckt, wenn der Aufenthalt der Besatzung, wenn ihre Vorräthe an Munition und Lebensmittel nicht gesichert sind. Denn bei Vorwerken, die 800 und mehr Schritt von der Festung abliegen, ist auf die Verbindung mit letzterer in keiner Art zu rechnen. Sie müssen für sich allein stehen, wenn ihre Widerstandsfähigkeit einige Berücksichtigung verdienen soll.

Die schon früher von dem Schwedischen Obersten Carlberg vorgeschlagenen Thürme (s. Donjeon; Defensiv-Kasematten und Thurm) durch die wahrscheinlich nachher Montalemberts vieleckige Thürme (tours angulaires) entstanden sind, scheinen sich in der That ganz vorzüglich zu Vorwerken zu eignen. Sie vereinigen Sicherheit der Vertheidiger und der Vertheidigungsmittel mit Bequemlichkeit des Gebrauches der letztern, indem sie die gleichzeitige Entfaltung einer bedeutenden Feuermasse befördern. Hier verschwindet alle Besorgniß wegen des Anzündens, und wenige entschlossene Männer können durch ihr Geschütz einen kräftigern Widerstand leisten, als die vierfache Zahl in einer oben offenen Schanze, aus der sie zu vertreiben dem Feinde nicht schwer werden wird. Es ist daher zu verwundern, daß man noch so oft sich der unbedeckten vorliegenden Werke bedient, die nie ihre Absicht erfüllen, sobald sie vom Feinde mit Kraft und Nachdruck angegriffen werden. Die Kriegsbaumeister machen hier große Rechnung auf das Reduit, ohne zu bedenken daß der Aufenthalt in diesem — wenn es nicht eine bombensichere Caponiere ist — wegen des engen Raumes, durch die hinein fallenden Bomben noch weit unsicherer ist, als in dem Werke selbst. Zwar haben die Franzosen bei ihren neuesten Anlagen überall Kasematten und Vertheidigungs-Gallerien angebracht. Allein, die einen liegen (wie in Luxemburg) hinter einer 21 Fuß dicken Frontmauer, und sind bloß mit Schießlöchern für das kleine Gewehr durchbrochen; die andern, auf der Contrescarpe, sind dem Belagerer nützlicher als dem Belagerten. Denn in dem Augenblick ihrer Bestimmung, den Graben durch Rückenfeuer zu vertheidigen, sind sie schon in der Hand des Feindes, dem sie ein sicheres Logement darbieten, und dessen Uebergang über den Graben sie begünstigen. S. Gallerie und Kehle. Montalembert stellt uns (fortificat. ppdicul. T. IX.) durch

die Vorwerke von Brest ein Beispiel von dergleichen zwecklosen Anlagen auf. Die Lünette Ker en Roß hat dergleichen Vertheidigungsgallerieen im Graben, die der Feind schon von weitem einschießen kann, und die daher nur gegen unerwarteten Sturm dienen; eine Bestimmung, die sich mit weit geringern Kosten erreichen läßt. Das Vorwerk St. Peter von Montbarrey ist ein kleines, isolirtes Hornwerk, dessen enge Bollwerke keiner kräftigen Gegenwehr fähig sind, und dessen viele Gallerien bei einer zweckmäßigen Anlage sehr vortheilhaft hätten werden können.

Die Breschbatterie ist das letzte und stärkste Angriffsmittel: kann der Belagerte dieses nicht vernichten, ist die Uebergabe der Festung unvermeidlich. Dieser Grundsatz ist allgemein anerkannt und beruhet auf der Erfahrung mehrerer Jahrhunderte; und dennoch scheinen die meisten Kriegsbaumeister ihn durchaus nicht zu berücksichtigen. Der Zweck ihrer Anlagen scheint daher auch mehr: die Uebergabe im Laufe einer bestimmten Zeit auf eine anständige Weise herbei zu führen, als dem Belagerer auf eine nachdrückliche und erfolgreiche Weise zu widerstehen. Es ist daher bei den sich selbst überlassenen Vorwerken vorzüglich nothwendig, auf die Erhaltung der Vertheidigungsmittel zu denken, und den Raum, wo der Feind seine zweite Batterie anlegen muß, dergestalt zu beschränken, daß man ihm dadurch und durch die Defensivkasematten (s. dies Wort) eine überlegene Geschützmenge entgegen setzen kann. Nächst dieser Eigenschaft müssen die als Vorwerke dienenden Thürme gutes und hinreichend starkes Mauerwerk haben, um den feindlichen Feldbatterien zu widerstehen, daß sie nicht durch Zertrümmerung der Schießscharten wehrlos geschossen werden. Hierzu gehöret auch, daß die Gewölbe nicht auf den Umfangsmauern, sondern auf, nach dem Mittelpunkte laufenden Widerlagen ruhen. Als Annäherungshinderniß endlich dienet ein schmaler und tiefer Graben, dessen äußerer Rand dem Feinde die Lage seiner Contre- und Breschbatterien vorschreibt.

Die Entfernung der Vorwerke von einander ist auf 600 bis höchstens 800 Schritt zu setzen, damit der zwischen ihnen liegende Raum noch mit Kartätschen bestrichen werden kann. Schon bey 800 Schritt Abstand wird die Schußweite bis auf einen, 600 Schritt vor dem Nebenwerke liegenden Punkt, 1000 Schritt, welches als das Maximum des wirksamen Schusses gegen die feindlichen Angriffsarbeiten anzusehen ist. Hier ist der Feind noch gezwungen, zwei oder drei auf Einer Fronte liegende Thürme zugleich anzugreifen, und dadurch seinen Arbeiten eine übermäßige und nachtheilige Ausdehnung zu geben. Bei noch größerem Abstande von einander aber hören die Vorwerke auf, es zu seyn, treten in die Reihe kleiner Festungen,

und haben alle Mängel und Nachtheile derselben in einem um so größern Maaße, als sie vielleicht nicht durch Terrain und andere Umstände begünstiget werden.

Wenn größere Terraintheile, eine abgesonderte Bergfläche, oder ein breiter Rücken ꝛc. zu bewehren sind, hat man öfters auch Horn- und Kronwerke dazu angewendet (s. diese Wörter). Es ist jedoch hier durchaus nothwendig: daß entweder die Kehle dieser Werke durch irgend einen unzugänglichen Terrainpunkt gesichert wird, oder daß sie nahe genug an den Außenwerken der Festung liegen, damit kein förmlicher Angriff auf die Kehle statt finden kann; wo dann eine schwache Vertheidigungsmauer hinreichet, die letztere gegen Ueberfall zu sichern. Im Allgemeinen stehet die Vertheidigungsfähigkeit dieser Werke mit ihren Baukosten in keinem Verhältniß!

Ein gleiches läßt sich mit noch größerem Rechte von der Anwendung einer ganzen befestigten Fronte als Vorwerke behaupten, wo nach dem Vorschlage der neuern Franzosen die Courtine weggelassen wird, so daß die Bollwerke, Raveline und Grabenscheeren einzelne für sich bestehende Werke, mit 15 Fuß hoher Kehle, sind. Kein Ingenieur wird dergleichen Anlagen ausführen wollen, wenn es ihm wirklich darum zu thun ist: Etwas zweckmäßiges ohne Verschwendung der Staatskräfte zu bauen.

Diejenigen Befestigungswerke, welche zu Deckung einer Brücke, eines Dammes, oder eines änlichen Zuganges nach der Festung bestimmt sind, und daher gewöhnlich von ihr unterstützt werden können, sind nur uneigentlich den Vorwerken beizuzählen. Flache Kronwerke, deren nur kurze Flügel der Länge nach von dem Geschütz der Festung bestrichen werden, eignen sich am besten dazu. Man kann zwar auch die Zangenform wählen; jedoch täusche man sich nicht! Die Tenaille ist nur dann einer guten Vertheidigung fähig, wenn ihr eingehender Winkel nicht stumpfer als 100° wird. Bei einem sehr stumpfen Winkel der Zange findet eine gute Gegenwehr blos auf dem Papiere statt; sie unterscheidet sich dann von der geraden Linie nur allein durch die größern Baukosten!

Voussoir, der Gewölbstein, ist in Hinsicht seiner Form schon oben, Artikel Mauerverband, auseinandergesetzt werden.

Voute biaise ein schräges Gewölbe. S. Mauerverband.

Voute d'arrête ein Kreuzgewölbe. S. ebd.

Voute en Arc de cloitre, ein Klosters oder Walmgewölbe, ist eine Art Kreutzgewölbe, doch hat es keine Gurten wie dieses.

Voute en Cannonière heißt ein sich auswärts oder einwärts verengendes Gewölbe. S. Schießscharten.

Voute en plein Ceintre, ein halbkreisförmiges oder volles Tonnengewölbe. S. Mauerverband.

Voute en limaçon, ein Schneckengewölbe. Ebendas.

Voute en Lunette ein Ohrgewölbe.

Voute d'ogive oder en tiers point, ein Gothisches Gewölbe.

Voute rampante ein steigendes oder fallendes Gewölbe.

Voute en decharge, ein hinten offenes Gewölbe. S. Strebepfeiler.

Voute sphérique, eine Kugel- oder Domgewölbe.

Voute surbaissée. S. Verdrücktes Gewölbe oder Unterwölbt.

Voute surhaussée. S. Ueberwölbt.

W.

Wachthäuser (Corps de garde) sind entweder Thor- oder Hauptwachten. Die Erstern liegen gewöhnlich neben dem Eingange des Thores, und bestehen

1) aus einer Offizierstube, etwa 255 Quadratfuß groß;
2) einer Wachtstube für die Soldaten, 460 Quadratfuß groß, oder auch wohl etwas mehr, um bei Belagerungen zur Winterszeit einen Theil der Bereitschaft aufnehmen zu können.

3) einer kleinen Arrestanten-Stube, neben der Offizier-Stube. Sie sollten immer bombenfest seyn; und müssen im entgegengesetzten Falle während der Belagerung wenigstens mit Holz und Erde bedeckt werden, um sie bombensicher zu machen. Die Wachthäuser mit Bildhauerei zu verzieren, ist zwecklose Verschwendung, die weit nützlicher auf wirkliche Verstärkung des einen oder des andern Werkes verwendet werden kann.

Die Hauptwachten sollten ebenfalls bombenfest seyn; und wenigstens 100 Mann fassen können, um bei unerwarteten Vorfällen immer einen starken Trupp zur Hand zu haben, dessen Nutzen der Ueberfall auf Cremona beweist, der großentheils durch den Widerstand der Hauptwacht und die dadurch herbeigeführten andern Hindernisse fehlschlug. Das dazu bestimmte Gebäude sollte deshalb immer auf einem freien Platz liegen und mit wenigstens 6 Fuß hohen Pallisaden oder einem eisernen Staket umsetzt seyn, damit es gleichsam als eine Art Reduit dienen kann.

Waffenplätze (places d'armes) heißen insbesondere die ausspringenden und eingehenden Winkel des bedeckten Weges, die besonders stärker besetzt und — vorzüglich die letztern — zu einer kräftigen Gegenwehr eingerichtet werden.

a) Der ausspringende Winkel.

Gegen diesen richtet der Feind immer seinen Ersten Angriff, und selten sind die wenigen dort aufgestellten Infanteristen im Stande, diesen abzuweisen. Mouzé will daher hier den bedeckten Weg ganz aufhören, und das Glacis bis an den äußern Grabenrand vorgehen lassen. Allein dadurch würde nur dem Feinde die Anlegung der Breschbatterie erleichtert. Zweckmäßiger erscheinet die Abrundung des ausspringenden Winkels, A D A Fig. 18 Tab. II, wodurch man hier mehr Raum und ein stärkeres Feuer auf die Kapitale bekommt, und einige Geschütze gegen die feindliche Sappe aufstellen kann. (S. Bedeckter Weg.) Auch Belair schlägt eine änliche Abrundung des bedeckten Weges vor, Fig. 263 Tab. XX B, mit einem halbrunden Geschützstande A und zurückgezogenen Flanken C. Herbort legt, nach Zader, steinerne Caponieren in den ausspringenden Winkel; ein Vertheidigungsmittel, das in der letzten Zeit viel Beifall gefunden hat, obgleich diese Caponièren dem Feinde, nach ihrer Eroberung ein höchst nachtheiliges Logement gewähren, ohne doch die Einnahme des ausspringenden Winkels um mehr als Einen Tag zu verzögern. Am zweckmäßigsten scheint es, den Waffenplatz ganz frey zu lassen, keine Traversen in den bedeckten Weg zu legen, und die Vertheidigung desselben allein durch die Kartätschenschüsse der im Reduit des eingehenden Winkels aufgestellten Geschütze zu be-

wirken. Denn jedes Reduit, selbst wenn es nur aus Pallisaden bestehet, bietet hier dem Feinde einen schützenden Aufenthalt dar.

b) Im eingehenden Winkel legte Vauban zuerst einen Waffenplatz mit 70 bis 90 Fuß langen Facen, die unter einem Winkel von 100° auf der langen Seite standen, an, der durch die beiden Traversen R Fig. 128 Tab. XII geschlossen wird, und hinter sich ein Reduit von einer Mauer mit Schießlöchern oder auch bloß von Pallisaden hatte. Cormontaigne verbesserte den Umriß des Waffenplatzes, indem er die Kehle bis 120 Fuß groß machte, und sein Reduit mit einer Erdbrustwehr versahe. Um sowohl das letztere als den Waffenplatz gegen die Enfilade zu sichern, muß man entweder die Facen nach Fontelards Angabe ganz rund machen, oder sie nach der Spitze des Ravelins und des Bollwerkes zulaufen lassen. Bei der neuern französischen Manier wird zuerst die Eine Face des Reduits als eine Tangente aus der Ravelinspitze auf einen Bogen von 42 Fuß, einwärts von der innern Böschung der Brustwehr des Walles gezogen. Auf dieser Linie werden für die Spitze des Reduits 60 Fuß von der Contrescarpe auswärts getragen, wo man die andere Face durch eine, nach der Spitze des bedeckten Weges vor dem Bollwerke gezogene, Linie bekommt. Ein aus der Spitze des Reduits mit 75 Fuß Halbmesser gemachter Bogen, giebt die Facen des Waffenplatzes als Tangenten aus dem vorspringenden Winkel des Ravelins und des bedeckten Weges vor dem Bollwerke; indem hier überall die Feuerlinien (s. dies Wort) zum Grunde geleget werden. Die Brustwehr des Reduits wird 18 bis 24 Fuß dick, und ihr Graben 9 bis 12 Fuß breit gemacht.

Um endlich die aus dem Graben herauf führenden Treppen zu decken, wird auf der Seite gegen das Ravelin inwendig an der Brustwehr eine Flanke angebracht, welche eine aus der Ravelinspitze M, gegen einen 36 Fuß von h liegenden Punkt gezogene Linie bestimmt. Da diese Flanke zugleich ein Rückenfeuer gegen die Sturmlücke im Ravelin gewähret, scheint der Feind vor Eroberung des Reduits den Sturm nicht unternehmen zu dürfen. Dies verhält sich jedoch nicht also; denn ein so enges, oben offenes Werk wird durch die feindlichen Bomben sehr bald wehrlos gemacht seyn. Da übrigens zu den nothwendigen Bewegungen der Truppen zwischen der letzten Traverse R und dem äußern Grabenrande des Reduits 24 bis 30 Fuß nöthig sind, wird dadurch der Umriß des letztern genauer bestimmt: doch immer mit der Rücksicht, es so groß als möglich zu machen.

Zur Verbindung mit dem bedeckten Wege ist ein Durchgang (poterne) unter dem Walle des Reduits l. Fig. 128.

Tab. XII. nach dem Graben angebracht, aus welchem letztern zwei Treppen in den Waffenplatz hinauf führen. Da jener Durchgang dem feindlichen Geschütz ausgesetzt ist, wenn er zu nahe an der Contrescarpe liegt, muß man ihn durch die letzte Traverse R gegen die Enfilade decken. Noch besser ist es — besonders bei großen Polygonen — den Durchgang auf die andere, gegen das Bollwerk gekehrte Face zu legen; den Fall ausgenommen, wo der Feind sich zu gleicher Zeit auf den ausspringenden Winkeln der Bollwerke und des Ravelins festsetzen kann. Hier ist kein anderer Ort für den Durchgang, als der vorher angezeigte in C.

Die Brustwehrhöhe der Waffenplätze setzt Noizet de St. Paul auf den ausspringenden Winkeln zu 6 Fuß, in den eingehenden aber zu $7\frac{1}{2}$ Fuß; ist demnach das Reduit 9 Fuß hoch, so überhöhet es den letzteren um 18 Zoll, und den ersteren um 3 Fuß.

Bei stumpfwinklichen Bollwerken fallen die Reduits der beiden eingehenden Winkel sehr nahe aneinander. Man ziehet demnach aus ihren Spitzen Kreisbogen mit 75 Fuß Halbmesser, und nach dem äußersten aus den Ravelinspitzen eine Tangente, damit man für beide nur Einen Waffenplatz bekommt. Andere Einrichtungen der Waffenplätze finden sich Artikel Cöhorn, Flanken, und Tenaille beschrieben. Man sehe auch Reduit.

Wall (Rempart) soll den inneren Raum der Festung gegen das feindliche Geschütz decken, und zugleich zu Aufstellung desselben gegen die feindlichen Belagerungsarbeiten dienen. Durch beides wird nun die Höhe und Breite des Walles bedingt. Die erstere hängt nemlich größtentheils von dem Terrain ab, gegen das man Schutz finden will, und dessen tiefer liegende Stellen genugsam entdeckt seyn müssen. Dem Walle eine noch größere Höhe zu geben wird nachtheilig, weil

1) die Festungswerke dadurch dem Feuer der feindlichen Batterien mehr blosgestellet werden,
2) höhere Wälle auch stärker werden müssen, um der Erschütterung des eignen Geschützes zu widerstehen.

In Hinsicht der Breite muß die Länge der Geschützlaffeten, ihr Rücklauf, und die Möglichkeit das Geschütz auf dem Wallgange zu bewegen, zur Richtschnur dienen. Denn es ist klar: daß ein zu schmaler Wall die Handhabung des Geschützes beschwerlich macht, daß aber dagegen ein zu breiter dem feindlichen Geschütz das Treffen erleichtert, mehr Baukosten erfordert und den innern Stadtraum beengt.

Pagan setzte zuerst die Breite des Wallganges hinter der Brustwehr, auf 24 Fuß. Da jedoch eine schwere Kanone so viel zu ihrer Aufstellung und zu ihren Rücklauf bedarf, würde man nicht mit einem andern Geschütz hinter der Batterie hin

fahren können, wenn der Wallgang nicht 36 Fuß Breite hat, wie sie Vauban für diesen Behuf bestimmte. Cormontaigne setzte die Breite bis auf 42 Fuß, damit zwei Geschütze hinter der Batterie einander begegnen und ausweichen können. Rechnet man nun die untere Stärke der Brustwehr mit Einschluß der Anlage dazu, so ergiebt sich eine Wallbreite von 64 bis 72 Fuß.

D'Obenheim hat bei Bestimmung der Stärke des Walles angenommen (Memoire sur la fortification permanente par Sea.) daß nach vollendeter Sturmlücke nicht die ganze Brustwehr F H Fig. 104 Tab. VIII. herabstürzen dürfe, sondern daß noch ein Stück Brustwehr p F von 12 Fuß Dicke stehen bleiben müsse. Allein, diese Bedingung erfordert eine Brustwehrdicke von 39 Fuß, und folglich eine Stärke des Walles von mehr als 80 Fuß, ohne die Anlage der hintern Böschung zu rechnen. Man siehet leicht, daß dadurch ungeheuere Arbeit, und Kosten herbeigeführet werden und daß sich daher diese Bedingung wohl nie erreichen lassen wird.

Wallgang. S. das vorhergehende Wort.

Wallhöhe. S. Höhe und Profile.

Wallaffeten (Affuts de place) müssen einfach, dauerhaft und beweglich seyn. Sie unterscheiden sich:

1) in solche, mit denen man auf dem Walle durch Schießscharten feuert;
2) in die, zu dem Gebrauch in Kasematten und ähnlichen engen Räumen bestimmten; und
3) in die, zum Ueberbankschießen eingerichteten.

Die Verfertigung der Laffeten gehöret jedoch für die Artillerie; die Ingenieurs haben blos die Räume zu Aufstellung derselben anzuweisen.

Walllampen (lampions de parapet) werden auf den aus- und eingehenden Winkeln der Festungswerke angebracht, um durch die darin liegenden Kiehnstöcke den Graben in finstern Winternächten zu erleuchten, und Ueberfälle und gewaltsame Angriffe zu verhindern.

Walmgewölbe. S. Voute en arc de cloitre.

Warten (beffrois) heißen die außerhalb alter Städte stehenden Thürme, von da man die umliegende Gegend beobachten und entdecken kann. In der neueren Zeit dienen gewöhnlich die Kirchthürme in den Festungen zu diesen Behuf.

Wasserdichtes Mauerwerk wird durch die Vermischung irgend einer kalzinirten, oder glasartigen Materie mit gutem Steinkalk hervorgebracht, als da sind: stark gebrannte und klar gestoßene Ziegelsteine, gestoßene irdene Scherben, Hammerschlag, Eisenschlacken oder sogenannter Tarraß (s. dies Wort) von Cölln. S. Kalk; Cement; Mörtel und Tournayische Asche.

Man setzt gewöhnlich dem frisch gebrannten und gelöschten Kalk $\frac{1}{3}$ reinen Flußsand und $\frac{1}{3}$ Tarraß oder gestoßene Dachziegeln zu, um einen guten wasserdichten Mörtel (Beton) zu bekommen. Die sorgfältigsten Versuche über diesen Gegenstand wurden von Herrn Smeaton bei Erbauung des Leuchtthurmes auf dem Eydestonefelsen 1756 angestellt, und gaben nachstehendes Resultat.

No.	Thonartiger Kalk.	Menge desselben.	Puzzolane.	Sand.	Ganze Menge.
		Himten.	Himten	Himten	Cubicfuß
1.	Eydestone-Mörtel. .	2	2	—	2,32
2.	Stein-Mörtel. . .	2	1	1	2,68
3.	— zweite Sorte.	2	1	2	3,57
4.	Mörtel zum äußern Theil.	2	1	3	4,67
5.	— zweite Sorte.	2	½	3	4,17
6.	Mörtel zum inwendigen oder Rücktheile der Mauer. . . .	2	¼	3	4,04
	Thonartiger Kalk.	Menge desselben.	Eisenschlacken	Sand.	Ganze Menge.
7.	Aeßerer Mörtel. . .	2	2	1	3,22
8.	— zweite Sorte.	2	1	2	3,57
9.	Inwendiger Mörtel.	2	½	3	4,17
10.	— zweite Sorte.	2	¼	3	4,04
	Reiner Kalk.	mit	Terraß		
11.	Tarras-Mörtel . .	2	1	0	1,67
12.	verlängert . .	2	1	1	2,50
13.	mehr verlängert	2	1	2	3,45
14.	noch mehr. . .	2	1	3	3,35
15.	Zum inwendigen groben Mauerwerk .	2	½	3	3,50
16.	— zweite Sorte.	2	¼	3	3,37
	Reiner Kalk.	mit	Eisenschlacken		
17.	ordinair äußerer Mörtel	2	2	2	2,75
18.	— zweite Sorte.	2	1	3	4,34
19.	ordinairer innerer Mörtel	2	½	3	4,05
20.	— zweite Sorte.	2	¼	3	3,92

Die Materialien werden trocken mit der Schaufel stark untereinander geworfen, mit Wasser in einen Teig verwandelt, und alsdann unter stetem Schlagen und Durcharbeiten der Sand hinzu gethan; jedoch muß der Kalk immer möglichst frisch gebrannt und gelöscht seyn. Bei den Versuchen ergab sich No. 8 als die dauerhafteste Gattung Wassermörtel, so wie überhaupt die Thon-

artigen Kalksteine, die sich mit Scheidewasser nicht völlig auflösen, sondern ein $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{7}$ ihres Gewichtes Rückstand lassen, sich weit besser zu Wassermörtel eignen, als die völlig reinen Kalksteine. Uebrigens erhärtet Mörtel von bloßem Kalk und Sand unter Wasser nicht, sondern wird aufgelöst.

Gemeiner Cement (2 Theile Kalk, 1 Theil Tarras) entsprach gleichfalls der Erwartung nicht; aber 2 Theile Kalk mit 2 Theile Tarras erhärtete gut.

Kalk vom weichen Kreidefelsen (Chalklime) oder von hartem Marmor (stone lime) machte keinen Unterschied im Tarras-Cement. — Dasselbe, ob es gleich der gemeinen Meinung entgegen, wird bestätiget durch Versuche von Dr. Higgins on Calcareous Cements fec. 24. —

See- oder Frischwasser ist gleichgültig. Doch nach zwei bis drei Monaten unter Wasser schienen die Kugeln in Salzwasser ein wenig mehr erhärtet zu seyn.

Der Kalkstein von Aberthaw, matt himmelblau mit einigen glänzenden Theilchen vor dem Brennen, gab einen härtern Cement mit Tarras, als der gemeine Steinkalk.

Cement von halb Kalk, halb Tarras, wenn er einmal durch Schlagen und Stampfen gut zubereitet, wird durch wiederholtes Schlagen nicht mehr verbessert. Wenn aber mehr Kalk als Tarras genommen wird, ist wiederholtes Schlagen nützlich.

Muschelkalk (Shell-lime) setzt sich hart und schnell, selbst ohne Sand und Tarras. Aber unter Wasser nahm die Härte nichts zu, vielmehr lösete er sich allmählich auf. — Zu Ramsgate mußte man dieserwegen einen Theil der Hafenmauer wieder aufnehmen. —

Gypskalk (Plaster of Paris) setzt sich am geschwindesten von allen; aber seine Härte nimmt unter Wasser weder zu noch ab.

Hr. Sm. stellte noch Versuche über diese verschiedenen Sorten Kalksteine mit Scheidewasser an. Reiner Kalkstein lösete sich ganz darin auf; aber der Aberthaw-Kalk ließ einen Schlamm zurück, der sich wie ein Thon zum harten Stein brennen ließ. Auf den Gypsstein hatte die Säure gar keine Wirkung. Hr. Sm. schloß hieraus, daß der reinste Kalk eben nicht der beste zum Cement sey.

Kalk mit Tarras gemischt giebt in der Luft keinen so festen Mörtel als mit reinem Sande; auch wenn er unter Wasser schon gut erhärtet ist, und dann in Luft trocknet, ist er doch zerreiblich. Nur beständig unter Wasser ist er ganz gut, und kann durch Sand nicht ersetzt werden. Er hat aber die Eigenschaft, daß er unter Wasser auswächset, und eine Art Stalactiten außerhalb den Fugen ansetzt, wodurch die Wände rauh und scharf werden, welches bei Schiffs-Schleusen, Wasserleitungen rc. schädlich ist. Diese Eigenschaft hat die Terra puzzolana nicht, wo-

von Hr. Sm. fand, daß ihr Cement an Erhärtung den Tarras-cement noch übertraf. Aus welchem allen er dann folgerte, daß thonartiger Kalk mit Puzzolana den besten Cement gebe.

Hr. Sm. machte noch Versuche mit gestoßenen Ziegeln, Scherben, Steinkohlen-Asche, statt Puzzolana; der Mörtel davon trocknete schneller in der Luft, aber unter Wasser scheinen diese Dinge keinen Vorzug vor reinem Sande zu haben. Man sehe auch **Kasematten** und **Kitt**.

Wasserdichter Anstrich der Dächer besteht aus einem Firniß von 1 Quart Leinöl mit 2 Loth Bleiglätte und etwas Mennige gekocht, dann 3 bis 4 Unzen Kolophonium und ganz fein geriebenes Ziegelmehl zugesetzet, daß es die Stärke einer gewöhnlichen Farbe bekommt. Oder man bestreicht die Dachziegel mit einer Farbe von Kienruß und eingedicktem Theer, daß es die Consistenz eines Firnisses hat. Dieser Anstrich wird zweimal wiederholet, und zuletzt, nachdem er mit fein zerriebenem Bleierz bestreut und völlig eingetrocknet ist, stark mit einen wollenen Lappen überrieben.

Wasserfaschinen. S. **Faschinen.**

Wasserminen. S. **Gegenminen** und **Sprengen.**

Wassermanduvres. S. **Schleusenspiel.**

Wasserwage (Niveau) findet bei ihrer Anwendung in den Minengängen wegen der dort herschenden Dunkelheit ihre eigenen Schwierigkeiten. Der franz. Minirer **Gumpertz** hat deshalb ein anderes Instrument erfunden, daß aus einer 18 Zoll großen, 2 Zoll dicken Scheibe bestehet, die in der Mitte eine Blei- oder Wasserwage, an den zwei einander gegenüber stehenden Enden aber Blendlaternen hat, deren Blenden 4 Zoll hoch vom Boden horizontal durchschnitten sind. Wird nun das Ganze genau wagerecht gestellt, läßt sich ein Absehen, das aus einer ähnlichen, durchschnittenen Blendlaterne bestehet, leicht dergestalt verschieben, daß alle drei Durchschnitte in Einer Wasserpaßlinie liegen, und man auf dem Stocke dieser dritten Laterne das Steigen oder Fallen des Ganges messen kann.

Werke (pièces), **größere**, heißen diejenigen permanenten Festungswerke, die ohne durchaus mit andern verbunden seyn zu müssen, ein für sich bestehendes Ganze bilden. **Brillen** und **Fleschen** gehören jedoch nicht mit in diese Kathegorie; wohl aber die, eine stärkere Besatzung fassenden runden, oder vier- und fünf-

eckigen Reduten und Schanzen, die bei Festungen als **Vorwerke** angebracht werden.

Werkzeuge der Minirer (Outils à Mineurs). S. **Minengeräthe, Ausrüstung und Belagerungstrain.**

Widderhörner (Cornes de belier), eine von **Belidor** angegebene Art niedriger Flanken oder **Grabenscheere**, welche zwei Kreisabschnitte bildet, um eine allgemeinere Bestreichung des Grabens vor den Bollwerksfacen zu bewirken. Sie gewähret jedoch keine besonderen Vortheile, sondern gehört bloß unter die eingebildeten Verbesserungen des Festungsumrisses.

Widerstand der Futtermauern. S. letztres Wort.

Widerstand der Festungen. S. **Befestigungen und Eigenschaften.**

Widerlagen der Gewölbe oder **Untersätze** (pieds-droits) die auch die Schenkel heißen, hängen in Rücksicht ihrer Stärke von der **Schwere** des Gewölbes ab, d. h. von seiner Weite — im Anfang des Bogens gemessen, — Höhe, und der Dicke des Bogens. S. **Kasematten.** Nach einer praktischen Bauregel giebt man ihnen $\frac{1}{7}$ ihrer Höhe unten zur Verstärkung, welche der unteren Stärke des Gewölbbogens zugesetzt werden muß.

Windöfen zu Beförderung des Luftzuges in den Minengängen. S. **Luft.**

Winkel in der Befestigungskunst sind:

1) der ausspringende Winkel, w. n. i.
2) der **Bollwerkswinkel**, eben daselbst.
3) **Centri-Winkel** wird durch Division des Umkreises mit der Zahl der Seiten gefunden, und ist Artik. **Polygonwinkel** angegeben.
4) **Courtinen-W.** entstehet durch das Zusammenstoßen der Courtine und Flanke und wird durch den Streichwinkel + dem kleinen Winkel bestimmt. Er heißt auch der **Flankenwinkel** (angle de flanc). S. **Courtine.**
5) Der **Grundwinkel** (angle de base) wird durch den **Halbmesser** und die Seite des Vielecks gebildet; er ist daher dem halben Polygonwinkel gleich (w. n. i.)
6) Der **Kehlwinkel** wird durch die **Halbe Kehle** mit der **Capitale** gemacht, und ist das Complement des vorhergehenden zu 180°. S. **Kehle.**

7) Der Kleine oder abnehmende Winkel. w. n. i.
8) Der Polygonwinkel entstehet durch die Seiten des Vielecks.
9) Der Schulterwinkel ist das Zusammentreffen der Flanke und Face.
10) Der Streichwinkel (w. n. i.)
11) Der Tenaillen- oder Zangenwinkel entstehet durch das Zusammentreffen der beiden Streichlinien, und ist das Complement des doppelten kleinen Winkels zu 180°.
Wäre z. B. der kleine Winkel = 18° 26′, so würde der Zangenwinkel 143° 8′ seyn, denn

$$2 \times 18° 26' + 143° 8' = 180°.$$

S. auch Bollwerke.

Winkelpfeiler heißen die in den vier Ecken stehenden Schenkel der Kreutzgewölbe, die immer etwas vor die Umfangsmauer heraustreten.

Wippe. S. Brücken.

Wirkungskreis der Minen (Cercle d'activité) wird immer eine Kugel darstellen, so lange er sich nicht über die Oberfläche des Erdbodens erstrecket, und folglich das Maximum die Druckmine (Camouflet) bleibet.

Wenn jedoch die Mine einen Trichter hervorbringet, empfindet das Pulver nicht mehr auf allen Seiten einen gleichen Widerstand; seine Wirkung muß sich daher in horizontaler Richtung weiter erstrecken, als in senkrechter wo ihr die Erdgarbe des Trichters weichet. Angenommen: 1) daß demnach der Wirkungskreis eine Elipsoide ist, welche die Pulverkammer zum Mittelpunkt hat; 2) daß die elliptische Linie durch das Ende des Trichter-Halbmessers = r gehet; und 3) daß ihre beiden Axen sich wie a zu b oder wie der Explosionsradius A D zur kürzesten Widerstandslinie C D, Fig. 312. Taf. XXV, verhalten; bekommt man, wenn man die x vom Mittelpunkte an nimmt, folgende Gleichung der Ellipse

$$y = \frac{a}{b} \sqrt{b^2 - x^2}.$$

a und b sind beständige Größen, die man bestimmen muß, nehmlich die Hälfte der großen und die Hälfte der kleinen Axe. Da die Ellipse durch A gehen muß, wird r = y wenn x = h, und daher $r = \frac{a}{b} \sqrt{(b^2 - h^2)}$; folglich $b^2 = \frac{a^2 h^2}{a^2 - r^2}$.

Die zweite Bedingung giebt $a : b = r : h$, daher $b^2 = \frac{a^2 h^2}{r^2}$; bringt man beide Werthe von b^2 zusammen, so bekommt man

$$a^2 = a^2 - r^2 = h^2 + r^2;$$

daher $a = \sqrt{(h^2 + 2r^2)}$ oder $a = h\sqrt{(1 + 2n^2)}$, weil $r = nh$; daraus wird

$$b = h\sqrt{\left(\frac{1 + 2n^2}{1 + n^2}\right)}$$

Man bekommt endlich für die Ellipse folgende Gleichung:

$$y = \sqrt{(1 + n^2)} . \sqrt{\left(\frac{1 + 2n^2}{1 + n^2}\right) h^2 - x^2}$$

Wird demnach h, x und y gegeben, läßt sich leicht n oder der Halbmesser des Trichters, folglich auch die zugehörige Ladung finden. Man kann nehmlich $x = q\,h$ und $y = k\,h$ setzen, und bekommt durch obige Gleichung

$$y^2 = (1 + 2n^2)\,h^2 - (1 + n^2)\,x^2; \text{ oder,}$$

$$y^2 = h^2 (1 + 2n^2 - (1 + n^2) q^2) = (1 - q^2 + (2 - q^2) n^2) h^2$$

Hieraus wird

$$\frac{y^2}{h^2} = 1 - q^2 + (2 - q^2) . n^2; \text{ daher}$$

$$n^2 = \frac{\frac{y^2}{h^2} + q^2 - 1}{2 - q^2} = \frac{k^2 + q^2 - 1}{2 - q^2},$$

folglich $\sqrt{(2 - q^2)} : \sqrt{(k^2 + q^2\ 1)} = 1 : n.$

Die halbe große Axe, oder $a = h\sqrt{(1 + 2n^2)}$; setzt man $n = 1$, wird $a = h . 1{,}732$; setzt man $n = 3$, wird $a = h . 4{,}358$. Da nun beide Werthe von a genau genug die horizontalen Entfernungen geben, auf welche nach der Erfahrung gewöhnliche Minengänge eingedrückt worden sind, kann man auch die Ellipsoiden, deren Gleichung hier gefunden worden ist, als die wahren Grenzen der Wirkungskreise für die Annahme von n ansehen. Bei der Praktik ist zugleich zu berücksichtigen:

„Daß jeder Minengang gequetscht wird, dessen eine Ecke oder „Seite die Fläche der Ellipsoide berühret; er wird demnach auch „dann zerstöhret, wenn seine Sohle um seine ganze Höhe unter „der Wirkungssphäre lieget."

Der General **Marescot** hat sich zwar auch mit Bestimmung der letztern beschäftiget, nimmt aber die Kugelgestalt für sie an, und kann daher auch unmöglich ein richtiges Resultat bekommen.

Wölbebogen. S. Lehrbogen.

Wollsäcke (Sacs à laine) werden bisweilen bei der Sappenarbeit und bei dem Batteriebau zur Deckung angewendet, weil sie auf einem Gestelle mit Blockrädern sich besser bewegen lassen, als die gewöhnlichen Rollkörbe.

Sie haben 17 Fuß Länge, und 5 Fuß Dicke; zu Schulterwehren der Batterien legt man 3 Wollsäcke vor einander, und zwei auf dieselben, die man durch darüber gezogenes Seilwerk und eingeschlagene Pfähle befestiget. Sie sind jedoch nur selten zu bekommen.

Z.

Zangenwerke. S. Tenaillen.

Zehneck (Decagone) umschließt als regulaire Festung bei 90 Ruthen Polygonseite schon einen bedeutenden Raum, und kann daher über 5000 Mann Besatzung einnehmen. Da diese täglich 1500 Mann zum Dienst geben können, und da der Umkreis des Zehneckes ohne eine außerordentliche Stärke des Belagerungscorps nicht mehr als zwei Angriffe zuläßt, kann eine solche Festung sich wohl gegen 40 Tage halten, wenn ihr auch keine besonderen Vertheidigungsmittel zu Gebote stehen. Ein Minengewebe würde den Widerstand auf das doppelte erhöhen, wenn es gehörig benutzt wird.

Zeiger (Temoin) heißen die bei dem Ausschachten der Gräben stehen bleibenden Erdkegel, um die geschehene Arbeit darnach beurtheilen zu können. Sie dürfen nicht blos in pyramidalischer Form stehen bleiben, sondern müssen allezeit das ganze Profil enthalten.

Ziegel oder Backsteine (briques) werden bekanntlich aus fetter Erde geformet und nachher in einem starken Feuer hart gebrannt. Man siehet leicht, daß ihre Güte abhängt:

1) Von der Beschaffenheit der angewandten Ziegelerde.
2) Von der genauen und sorgfältigen Bearbeitung derselben vor dem Brande.
3) Von dem guten Austrocknen.
4) Von dem gehörigen Brennen der Ziegel.

Je fetter der Thon ist, aus dem Ziegel verfertiget werden sollen, um so mehr Sand muß man ihm zusetzen, weil außerdem die Ziegel bei dem Trocknen und Brennen aufreißen würden.

Der

Der gewöhnliche Zusatz ist 1 Würfelfuß Sand auf 3 Würfelfuß fetten Thon. Ein zu magerer Leimen hingegen, der zu wenig Thon enthält, giebt nur schlechte, leicht zerbrechliche Ziegel die von den Festungsarbeiten gänzlich ausgeschlossen werden sollten.

Die Ziegelerde selbst, wenn sie auch an sich von guter Beschaffenheit ist, wird doch allezeit mit mancherlei fremdartigen Körpern, Kiesel, etc. vermischt gefunden. Diese müssen abgesondert, und überhaupt muß die Ziegelerde gut durcharbeitet werden, denn gerade dies trägt vorzüglich zur guten Beschaffenheit der Ziegel bei.

Bei dem Streichen der Ziegel werden die Abgänge der Form zusammengenommen, und besondere Steine daraus geformet, die nun mit schädlichen Sandadern durchzogen sind, und bei den Holländern Kladsteine heißen. Diese Steine haben den Nachtheil die Feuchtigkeit aufzunehmen und durch zu lassen; es ist daher durchaus nothwendig, sie bei dem Aufführen der Mauern ganz auszuwerfen, oder blos im Innern zu vermauern.

Das Austrocknen der fertigen Ziegel geschiehet auf den Gerüsten der Trockenscheuer bis zu einem hinreichenden Grade, denn nicht gehörig ausgetrocknete Steine werden im Ofen brüchig und fallen auseinander. Bei dem Einsetzen in den Ofen dürfen die Steine einander durchaus nicht berühren, damit sie überall von dem Feuer durchzogen und gebrannt werden.

Bei der größten Aufmerksamkeit des Ziegelmeisters, und bei der sorgfältigsten Behandlung des Feuers ist letzteres dennoch nicht so gleichförmig möglich, daß nicht eine Auswahl der Steine in Beziehung auf ihren Gebrauch nothwendig würde. Die gebrannten Steine werden demnach unterschieden:

1) In Obersteine, wozu die 1ste bis 4te Lage Ziegel von oben herab gehören. Diese sind wieder:

a) Die Deckschicht, welche beinahe ihre natürliche Lehmfarbe hat, und so wie die letzte oder unterste, ganz verglaßte Schicht als unnütz hinweg geworfen wird.

b) blaßrothe, in der zweiten Schicht, werden nicht der freien Luft ausgesetzt, sondern bei den Grundmauern angewendet.

c) gemeine rothe in der dritten Schicht, und

d) die bestrothen in der vierten Schicht, dienen zu Gewölben, Feuerheerden, u. d. gl.

2) Von der fünften Lage bis unten befinden sich die Untersteine, die sich wieder unterscheiden in:

e) braungraue, in der fünften Schicht,

f) gemeingraue, in der sechsten Schicht,

g) unterfußgraue, in der siebenten Schicht,

h) bestgraue, in der achten Schicht.

i) hartgraue in der neunten Schicht, die alle fünfe zu jedem Mauerwerk brauchbar und in der Luft dauerhaft genug sind.

k) die flachen Klinker in der zehnten Schicht und
l) die getrockneten Klinker in der eilften Schicht, werden zu wasserfesten Mauern, Schleußen rc; die
m) krummen Klinker aber, als die zwölfte Schicht um die Feuerzüge, die von der Hitze etwas gekrümmt sind, häufig zu Straßenpflaster angewendet.
n) die dreizehnte Schicht ist mehrentheils zusammengesintert und giebt unbrauchbaren Bruch.

Werden bei dem Bau Ober- und Untersteine zugleich vermauert, muß man ganz besonders darauf sehen: daß die Obersteine stärker angenezt werden, weil sie mehr Wasser einsaugen als die Untersteine, und sich ohne jene Vorsicht nicht gehörig mit den letztern verbinden würden.

Da die Farbe der Ziegel theils von der Beschaffenheit der Erde, theis von dem Feuermaterial, theils von der Behandlung bei dem Brennen überhaupt abhängt, ist sie auch keinesweges für ein Zeichen der größern oder geringern Güte anzunehmen. Härte und Festigkeit bei der Untersuchung, daß sie bei dem Anhauen mit einem Mauerhammer nicht abbröckeln, sondern einen gleichen Bruch zeigen, auch keine Kiesel oder weiße Kalkklümpchen in ihrer Mischung haben, sind Beweise ihrer Tüchtigkeit. Die beste Probe der Ziegel ist: sie einen Winter hindurch dem Regen und Frost auszusetzen, wodurch die schlechten Ziegel sich auflösen, zerreiblich werden und wohl gar auseinander fallen. Dachziegel werden bisweilen geglühet und mit kaltem Wasser abgekühlet, um sich von ihrer Beschaffenheit zu überzeugen.

Die gewöhnlichen Arten der bei den Bau anwendbaren Ziegelsteine sind:

1) Die Klinker, die vorzüglich zu Wasserbauten und zu der äußern Verkleidung der Futtermauern dienen, sind immer etwas kleiner als andere Mauerziegel. Die holländischen Klinker, als die vorzüglichern, sind $6\frac{1}{2}$ bis 7 Zoll lang, $3\frac{1}{2}$ Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll dick. Die größern Steine dieser Gattung heißen Moppen und sind gegen 9 Zoll lang.
2) Die gewöhnlichen Mauersteine sind in den Preußischen Landen vorschriftsmäßig zweierlei Größe:
a) die großen: $11\frac{1}{2}$ Zoll lang, $5\frac{1}{2}$ Zoll breit, $2\frac{1}{2}$ Zoll dick. Von diesen Ziegeln erfordert eine Schachtruthe Mauer, mit dem Bruch, 1200 bis 1300 Stück. Eine Quadratruthe Fachwerk, mit $\frac{1}{2}$ Stein zu mauern, 612 Stück.
Eine Quadratruthe Pflaster auf der hohen Seite 600 Stück, desgleichen auf der breiten Seite 300 Stück.
b) Die zweite kleine Art ist $9\frac{1}{2}$ Zoll lang, $4\frac{1}{2}$ Zoll breit, $2\frac{1}{2}$ Zoll dick. Hier erfordert eine Schachtruthe Mauer 2000 Stück;

Eine Quadratruthe Fachwerk mit ½ Stein 825 Stück;

Eine Quadratruthe Pflaster auf der hohen Kante 835 Stück; desgleichen auf der breiten Seite 450 Stück.

Zu den Gewölben muß man die äußere, oder die Verstärkungslinie messen, und mit 3½ Stein — der Stärke bombenfester Gewölbe — oder überhaupt mit der festgesetzten Dicke, multipliziren. Nach Triests Bauanschlag erfordert Eine Quadratruthe

a) Tonnengewölbe, 1 Stein stark,
1970 große
2583 mittlere } Mauerziegel.

b) desgleichen 3 Steine stark
5904 große
7749 mittlere } Mauerziegel.

c) desgleichen von 1 Stein mit Gurthen von 1½ Stein
2232 große
2924 mittlere
3487 kleine } Mauerziegel.

d) desgleichen von 2 Stein mit Gurthen von 3 Steine
4464 große
5855 mittlere
6974 kleine } Mauerziegel.

e) Ein Kreutzgewölbe 12 Fuß weit, 6 Fuß hoch, mit 3 Stein starken Gurten und 2 Stein starken Kappen.
4480 große
5880 mittlere
7000 kleine } Mauersteine.

Setzt man zu Berechnung eines halbkreisförmigen Gewölbes den Radius r, die Stärke a, so wird der Inhalt:

$$\frac{157\, a\, (r + a)}{100}$$

der alsdann mit der Länge des Gewölbes zu multipliziren ist. Bei den gedruckten und beschnittnen Gewölben, die keinen vollen Kreis bilden, oder höher als derselbe sind, wird der Inhalt durch nachstehendes Verhältniß bestimmt:

Inhalt der Gewölbe im Würfelschuß.	Stärke des Gewölbes.		
	1 Fuß.	2 Fuß.	3 Fuß.
Ein Halbkreisgewölbe .	537,40	1131,40	1782,00
Ein beschnittenes Halbkreisgewölbe	449,26	794,05	1198,14
das abgezogne Segment.	88,03	337,45	583,75
Ein verdrücktes Tonnengewölbe	481,50	1017,00	1611,90
Ein verdrücktes und beschnittenes Tonnengewölbe.	— —	— —	114,02
Ein Kreutzgewölbe . .	369,11	743,58	1046,47
nach der Quadrat-Fläche berechnet . .	324	648	972

Unbeschnittene, elliptische Tonnengewölbe verhalten sich zu kreisförmigen wie 100: 110 Beschnittene gedruckte zu ungedruckten, wie 100: 107.

3) Wenn bei Festungsbauten die Mauersteine in besonderen Ziegeleien gefertiget werden, ist es vortheilhaft, besondere keilförmig geformte Gewölbsteine brennen zu lassen. Die geringe Mühe und das durch um etwas erhöhete Arbeitslohn werden hinreichend durch den Vortheil eines stärkern Verbandes und des ersparten Bruches aufgewogen. Ihre Verfertigung würde ebenfalls nicht schwieriger seyn, als die der sogenannten Gesims- und keilförmigen Brunnensteine, wie sie auf allen Ziegeleien statt findet.

4) Die Fliesen, 8 bis 10 Zoll ins Gevierte und 2 Zoll dick, werden zu dem Pflastern der Kasernen und ähnlichem Behuf angewendet.

5) Die genugsam bekannten Dachziegel sind mit der Nase 15 Zoll lang, 6 Zoll breit, ½ Zoll dick.

Um die zu Festungsbauten erforderliche große Menge Ziegel anzuschaffen, werden gewöhnlich besondere Feldziegeleien dazu angeleget, deren Beschreibung hier nach Gilly (Landbkst. 1ter Thl.) gegeben werden soll, unter der Voraussetzung: daß 1 Schachtruthe Lehm 1152 Mauersteine, oder bei 4 Fuß Stärke der Lehmlage, 1 Quadratruthe 4808 Stück giebt; und daß auf 1000 Mauersteine 1 bis 1¼ Klafter kienenes Holz von 3 Fuß Länge, oder gegen 6 Schlesische Bergscheffel Steinkohlen, oder gegen 3000 Torfziegel gerechnet werden.

Wenn z. B. ein Feldziegelofen anzulegen ist, um darin 20 bis 30 Tausend Steine auf einmal zu brennen, so wird ein Platz,

etwa 130 Fuß lang und 35 Fuß breit, planirt; auf selbigem werden zwei, besser aber drei Banquets oder Erhöhungen, 4 Fuß breit und 1 Fuß hoch, von Erde oder Lehm gemacht; zwischen diesen Banquets bleiben zwei Räume, jeder 27 Fuß breit, worauf ein Streichtisch für zwei Ziegelstreicher befindlich ist, welcher sobald die dabei befindlichen Banquets voll gestrichener Steine gestellt sind, auf andere Stellen in beiden Räumen zwischen den drei Banquets gebracht wird. In der Zeit, daß man frische Steine streicht, werden die erstern umgewendet, und dadurch getrocknet, worauf man sie mit Rohr- und Strohmatten oder mit Brettern bedeckt. Es ist aber besser, wenn man, in Entfernung von 6 Fuß etwa, 7 Fuß lange Pfähle 3 Fuß tief in die Erde gräbt, daran schwache Sparren anbringt und ein leichtes Bretterdach aufheftet.

Wenn die Steine gehörig getrocknet sind, so wird zum Aufsetzen des Ofens geschritten.

Es werden nämlich, wenn vier Schürlöcher angelegt werden sollen, (wovon Fig. 324 Taf. XXII nur zwei vorgestellt sind) drei Satz Steine A Fig. 324 auf die hohe Kante angelegt, und zwei halbe B an den Enden des Ofens. Die ganzen odr mittleren werden vier, und die am Ende zwei Steine breit, und zwar so wie a die erste oder unterste Schicht, b die zweite, c die dritte, d die vierte und e die fünfte, f aber die sechste Schicht zeigt, aufgesetzt. Wenn sechs Schichten in dieser Art aufgesetzt sind, so werden die Schürlöcher nach Fig. 325 mit drei Schichten gewölbförmig übersetzt; dann folgen noch drei Schichten Steine, welche über die Schürlöcher weggehen. Nächstdem wird von allen vier Seiten des Ofens, ¼ Zoll von den zu brennenden Steinen ab, eine Wand a Fig. 325 von rohen auf die Kante gestellten Steinen, bis an die zwölfte Schicht der bereits zum Brennen aufgesetzten Steine aufgesetzt. Erstgedachte Steine heißen die Blattsteine, und werden mitgebrannt. In einer Entfernung von ¼ Zoll von diesen Blattsteinen wird eine einen ganzen Stein starke Mauer b, welche der Schirm genannt wird, von schon gebrannten Steinen, wozu man sich aber auch allerlei Stücke bedienen kann, so hoch als die vorige aufgesetzt. Nunmehr wird, 6 Zoll von diesem Schirm ab, noch eine Mauer c von gebrannten Steinen, eben so hoch als die vorige mit etwas Abschrägung nach Außen zu, in Lehmfugen aufgesetzt und zugleich damit verschmieret. Hierbei ist jedoch zu merken, daß nur die vorhin gedachten Blattsteine und der Schirm an allen vier Seiten des Ofens herumgehen; die letztgedachte Mauer c fällt aber an den Seiten, wo die Schürlöcher befindlich sind, weg. Der Raum zwischen c und b wird mit Sand ausgefüllt.

Ueber dieser, zwölf auf die hohe Kante gestellte Steine hohen Umkleidung werden nunmehr fünf Schichten Steine zum

Brennen mit 6 Zoll Einziehung, hienächst wieder fünf Schichten mit eben einer solchen Einziehung aufgestellt, und um diese herum, bloß ein Schirm d von flach aufeinanderliegenden ungebrannten, besser aber von gebrannten Steinen, in Lehm aufgesetzt und damit verstrichen.

Endlich wird oben auf den eingesetzten Steinen eine Decke von gebranuten Mauersteinen gemacht, ohne selbige aber mit Lehm zu verstreichen.

Wenn ein solcher Ofen wie vorhin gedacht, mit vier Schürlöchern, oder drei ganzen Bänken zu vier Ziegel, und zwei halben zu zwei Ziegel breit und 22 Schichten hoch, aufgesetzt wird, so enthält derselbe 35 Tausend Ziegel.

Wenn der Ofen beschirmt und verschmiert ist, so kann das Schmauchfeuer gleich angemacht werden. Die Feuer-Kanäle, welche hier durch den ganzen Ofen durchgehen, bleiben anfänglich zu beiden Seiten offen, und das Holz wird von beiden Seiten zugleich angelegt und angesteckt. Wenn nun die Ziegel nicht nur trocken, sondern auch erwärmt sind, welches etwa nach drei Tagen der Fall ist, so werden die Schürlöcher an einer Seite zugemauert, und es wird nur von einer Seite gefeuert; ist dann das Holz in dem Feuer-Kanal nach hinten zu ausgebrannt, so wird das gegenüberstehende Schürloch wieder geöffnet und Holz nachgesteckt, worauf die Löcher sogleich wieder zugemauert werden.

Sind nun auf der einen Seite, wo zuerst in den Kanälen gefeuert worden ist, oder, nach der Zieglersprache, an dem einen Kopfe des Ofens die Ziegel fertig, so werden die Schürlöcher auf dieser Seite zugemauert, und die auf der gegenüberstehenden Seite oder am andern Kopfe geöffnet, durch welche alsdann so lange gefeuert wird, bis der Ofen völlig durchgebrannt ist.

Ein solcher Brand kann nach Beschaffenheit der Witterung, mit Inbegriff des Schmauchfeuers, 11, 12 bis 14 Tage währen, dann kühlt der Ofen in drei Tagen ab, und die Steine werden heraus genommen.

Es kann aber ein solcher Brand auch noch länger dauern und vieles Holz verbrannt werden, wenn der Ziegler nicht bei der Decke des Ofens recht aufmerksam ist, und sobald er wahrnimmt, daß das Feuer an einem Orte in hellen Flammen durchschlägt, dergleichen Stellen nicht sogleich mit Erde oder magern Lehm zugedeckt. Wenn dies aber gehörig beobachtet wird, so kann dadurch der Feuerzug durch den ganzen Ofen ziemlich gleichförmig regiert werden.

Außer den bereits hin und wieder angeführten Schriften und Abhandlungen über Ziegel und das Brennen derselben:

Beckmanns Anleitung zur Technologie, Göttingen 1787. S. 272.

Abhandl. der Schwed. Akad. 33 B. S. 211: Anleitung dauerhafte Ziegel zu machen.

Hallens Werkstätte der heutigen Künste 5ter Band.
Oekonom. Nachrichten 6ter Theil, S. 302, vom Ziegelofen, ingleichen 9ter Theil, S. 283.
Sprengels Handwerke und Künste, 9ter Band, der Ziegelbrenner.

Zick-Zack (Zigue-Zague) ist die letzte Strecke der Laufgräben, von der dritten Parallele an, R Z Fig. 215 Tab. XVII, wo die große Nähe der Werke nur kurze Schläge erlaubt, um nicht von jenen eingesehen zu werden. Sie werden gewöhnlich mit der ganzen Sappe gemacht, und muß man bei Anfertigung der Rollkörbe darauf Bedacht nehmen, weil es nicht wohl angehet dieselben zu wenden, sondern sie gewöhnlich am Ende eines jeden Schlages liegen bleiben.

Zinnen (Machicoulis) heißen die überstehenden, auf Kragsteinen ruhenden Theile alter Vertheidigungsmauern, wodurch man im Stande war, den Fuß der Mauer von oben herunter mit Steinen, heißem Wasser, Kalk rc. zu vertheidigen. Die Möglichkeit, daß dieses überstehende Mauerstück durch das feindliche Geschütz herab geschossen werde, hat die Zinnen wahrscheinlich aus dem Brauch gebracht, obgleich sich leich erweisen läßt: daß ihre Anwendung unter gehörigen Abänderungen und Einschränkungen zu Vertheidigung der steinernen Thürme immer noch vortheilhaft seyn könnte. Hat der Thurm einen Erdwall als Mantel um sich herum, laßen sich die Zinnen sehr bequem hinter demselben verstecken, und werden sie außerhalb der eigentlichen Umfangsmauer des Thurmes angebracht, bringt auch ihre zufällige Zerstöhrung der Vertheidigung im Ganzen keinen Nachtheil.

Zünden der Minen nach vollendeter Ladung und Verdämmung der Kammer (w. n. i.) geschiehet am Ende der Zündwurst vermittelst

a) eines Granatenbränders, der in jene fest eingebunden wird, und durch den Deckel der Leitrinne hindurch gehet. Diese Zündung schlägt zwar nie fehl, hat aber den Nachtheil, viel Dampf in der Gallerie zu verursachen, und durch die herumgestreuten Funken vielleicht die Ladung zu früh zu entzünden, ehe der Minirer hinreichende Zeit hat sich hinweg zu begeben. Dieser Besorgniß läßt sich jedoch leicht durch ein Brett abhelfen, welches eine genau für den Zünderkopf passende Oeffnung hat, und noch zum Ueberfluß mit Lehm verschmieret wird.

b) Das zweite Mittel zum Zünden der Mine ist der schon oben beschriebene Mönch. (S. dies Wort.)

c) Die Zündschachtel (boite des boules.) ist das dritte Mittel, und bestehet aus einem Kästchen von halbzölligen Brettern, von 5 bis 6 Zoll Weite im Lichten und 18 Zoll Höhe, Fig. 229 Tab. XVIII.

Ihre untere Oeffnung füllt ein Brettstück aus, welches etwas hervorsteht, und was überhaupt stark genung ist, um eine tüchtige Auflage zu geben, wenn die Schachtel an ihrem Ort ist. Ohngefähr 5 Zoll von ihrer oberen Oeffnung ist ein horizontaler Einschnitt in drei der Bretter gemacht, welche sie zusammensetzen, der dazu dient ein Brettchen aufzunehmen oder eine Art von einfachem Schieber, der ein wenig länger und breiter ist als das Kästchen unten am Boden. Dieser Schieber muß ohne Anstrengung in den Einschnitt hinein und heraus gehen.

Unten in dem Kästchen, in dem Brette, welches dem Vorsatz gegenübersteht, ist ein Loch angebracht, um die Pulverwurst durchzulassen.

Man stellt die Schachtel so, daß die Pulverwurst, welche unter dem Vorsatz vorstehet, eben 5 Zoll hineinreicht, und wenn sie auf dem Brette nicht fest genug liegt, so befestigt man sie mit einigen auf ihre Ränder gelegten Steinen. Man schneidet die Zündwurst auf, wie vorher, steckt die Schachtel durch die dazu angebrachte Oeffnung, und steckt Mehlpulver dazu — dies ist durchaus nothwendig — als Zünd-Kraut. Man nimmt nun eine Art von Stern, aus drei oder vier Stücken ganz frische Lunte zusammengesetzt, jedes 4 Zoll lang, dessen Enden man alle anzündet, die wegen ihrer verschiedenen Richtung nicht fehlen können die Fläche zu treffen, wohin der Stern fällt. Dieser angezündete Stern wird auf den Schieber gelegt, an welchem ein schwacher Bindfaden B angebunden ist, der bis zu einem sichern Ort für den das Feuer besorgenden Minirer gezogen wird. Auf das gegebene Signal zieht der Minirer durch eine rasche Bewegung den Bindfaden an sich. Der Schieber fährt heraus, und der Stern, der auf das zum Zünden bestimmte Mehlpulver fällt, setzt es in Feuer, was die Zündwurst von da nach der Ladung führt.

Diese Art hat nicht den Nachtheil, welchen man dem Mönch vorwirst; aber sie theilt einen anderen mit ihm, in Hinsicht der Zündwurst die das Feuer zum Ladungspulver führen soll.

Die Vorsichtsregeln, um den Erfolg der Zündschachtel sicherer zu machen, und die Vorfälle und Schwierigkeiten zu beseitigen, die ihren Gebrauch oft begleiten, sind folgende:

1) Damit kein Theilchen des Mehlpulvers sich an die Wand des Kastens hänge, über dem Einschnitt welchen das Brettchen haben soll, was den Mininer der den Stern legt einer großen Gefahr aussetzen würde, — so muß man das Zündpulver nicht durch die obere Oeffnung der Schachtel

einschütten, sondern durch eine andere die zu dem Ende nahe D beim Bodenbrett angebracht ist, die sich vermittelst eines Schiebers öffnet und schließt.

2) Auf daß der Stern nicht aus der Schachtel springt, wenn der Bindfaden plötzlich angezogen wird, so macht man das Kästchen oben zu, aber so daß genug Luft dazu kann, damit ihre Beweglichkeit die Verbrennung des Sterns unterhalte. Man legt also ein Brett auf die obere Oeffnung der Schachtel, an die man es vermittelst eines einzigen leicht eingeschlagenen Nagels befestigt; und das Brett, was man rund herum drehen kann, läßt die Luft zu, und bewahrt den Stern vor dem Herausfallen.

3) Damit nichts den Bindfaden hindere, wenn man ihn an sich zieht, und daß der Minirer, der den Stern gebracht hat, sich bei seiner Rückkehr nicht in ihn verwickelt, zweierlei Unfälle, die begegnen können, wenn man ihn nachläßig längs der Mine schleppen läßt: so muß man entweder Ringbolzen in einige Ständer befestigen, oder bei den Ständern in gewissen Entfernungen, durchbohrte Pfähle einschlagen, um den Bindfaden bis zu dem Ort, wo man ihn ohne Gefahr an sich ziehen kann, aufzunehmen und zu unterstützen.

4) Das Zündkraut muß deswegen Mehlpulver seyn, weil, wenn man dies vernachläßigte, der Stern, so gut angezündet er immer seyn möchte, doch das Zündpulver unter zehnmalen nicht zweimal entzünden würde. Diese Behauptung ist auf die Erfahrung des Kanoniers gegründet, welcher das Pulver auf dem Zündloche seiner Kanone zerknickt, wenn er das Feuer mit einer Lunte dazu bringt. Die Zündschachtel, die sichrer als der Mönch ist, hat wieder den Nachtheil, den die Anwendung der Zündwurst mit sich führt, das ist: den ganzen Rauch dieser Pulverwurst in den Minenast zu treiben; und dies ist das unangenehmste bei allen Zündwürsten, was den Minirer an der Ausübung seiner Kunst hindert. Denn dieser Rauch und der von dem Zündkraut verbreitet sich in den Gallerien, wo der Minirer nach der Explosion ganz nothwendig seyn muß, und macht sie längere oder kürzere Zeit unbewohnbar, je nachdem die Mittel ihn heraus zu bringen wirksam sind.

d) Die **Maus** ist schon vorher beschrieben. (S. dies Wort.)

Andre Mittel, welche denselben Zweck haben wie die letztere, den Rauch von den Minengängen auszuschließen, wie **Belidors** künstlicher Hahn, oder das Zünden der Ladung vermittelst des electrischen Funkens, erfüllen ihre Absicht nicht oder sind zu ungewiß.

Zündröhre oder Kastenzünder. S. Leitrinnen.

Zündschachtel. S. Zünden.

Zündwurst (Saucisson), ist ein von dichter und fester Leinwand genäheter Schlauch, 10 Linien im Durchmesser, mit feinem Kornpulver angefüllt. Ihr eines Ende gehet durch den Kastenzünder bis 8 oder 9 Zoll in den Pulverkasten, wo es mit einem Nagel angeheftet, oder besser vermittelst einer Schleife an einen schon vorher eingeschlagenen Nagel gehangen wird. Das übrige der Zündwurst muß um 1 Fuß oder etwas mehr länger seyn als der Vorsatz der Kammer, und wird in die Leitrinne (S. dies Wort) geleget. Das aus letzterer etwa 4 Zoll hervorragende Ende der Zündwurst ruhet auf einem glatten Brette, und wird oben — zu Vermeidung aller möglichen Zufälle — mit Papier und einigen Sandsäcken zugedecket. Wenn die Mine zugedeckt werden soll, wird das erwähnte Ende durch einen Kreutzschnitt geöffnet, und entweder in das dazu bestimmte Loch der Zündschachtel gezogen, oder der Mönch darauf befestiget.

Zweck der Festungen. S. letzteres Wort.

Zwergwall. S. Traverse.

Zwingermauer (barbacane) dient zur Bestreichung des Grabens, und ist bei den älteren mit Mauern umschlossenen Festungen die Faussebray (w. n. f.) der Neuern. Sie hat offenbar Carnots Vertheidigungsmauern am Fuße des Hauptwalles das Dasein gegeben.

Zwischenwall. S. Courtine.

Zwölffeck (Dodecagone) gehöret als Festungs-Polygon mit zu der Ersten Klasse, und ist aller nur anzubringenden Verstärkungsmittel fähig. Obgleich noch zu klein zu einem Niederlageort für die Armee, kann das Zwölfeck doch durch seine Werke, und durch seine über 6000 Mann steigende Besatzung, den Feind bis 3 Monathe lang aufhalten. Der bedeutende Umkreis dieses Vielecks erfordert zu seiner Einschließung und Belagerung wenigstens eine Armee von 50000 Mann, die während dieser Zeit entweder für den Feind so gut als verlohren ist, oder — wenn sie mittlerweile hinweggenommen würde, — die Belagerung von neuem anfangen müßte.

Bemerkenswerth ist hierbei: daß Montalembert seine Befestigungsweise größtentheils auf das Zwölfeck gründet, in das sich unter seinen Händen das Viereck und das Sechseck verwandeln.

Nothwendige Verbesserungen.

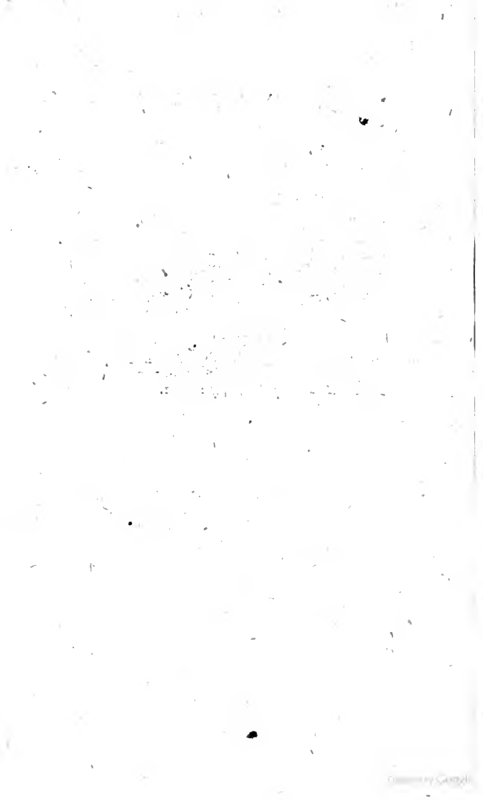
S. 36 Z. 12 v. unten, lies: Sambuque, statt: Samluke.

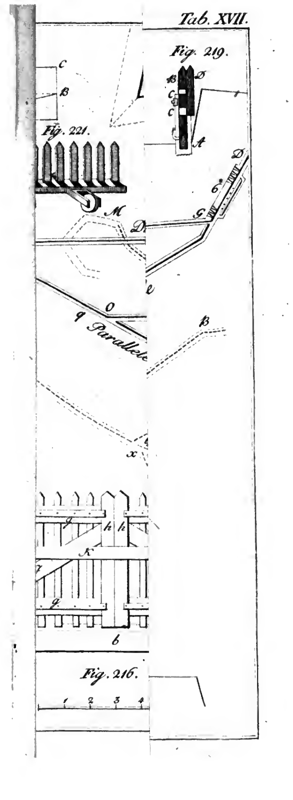
— 68 — 8 — — — XXV — XXIII.

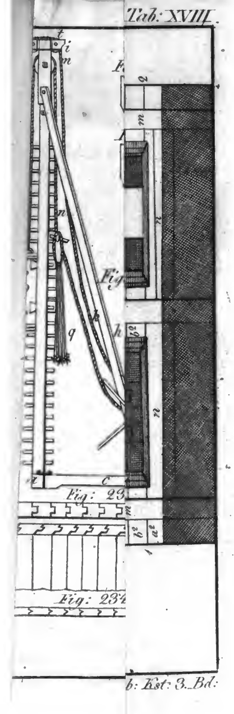
— 255 — 9 v. oben, — $\left(\left(\frac{1+2n^2}{1+n^2}\right)\right.$, statt: $\left(\frac{1+2n^2}{1+n^2}\right)$

— 255 — 18 — — — $\frac{\frac{y^2}{h^2}+q^2-1}{2-q^2}$, statt: $\frac{y^2+q^2-1}{h^2 2-q^2}$.

— — — 19 — — — q^2-1, statt: $q^2 1$.

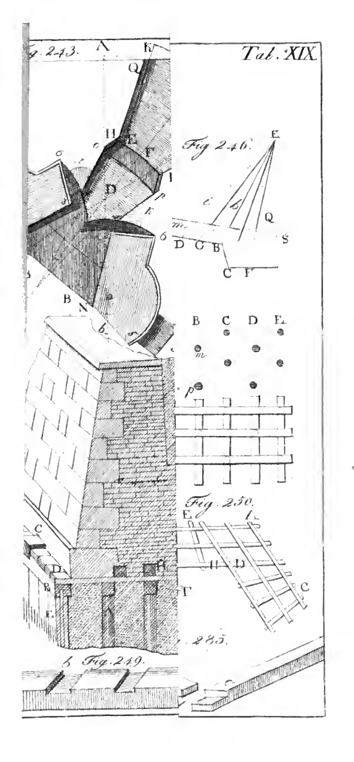


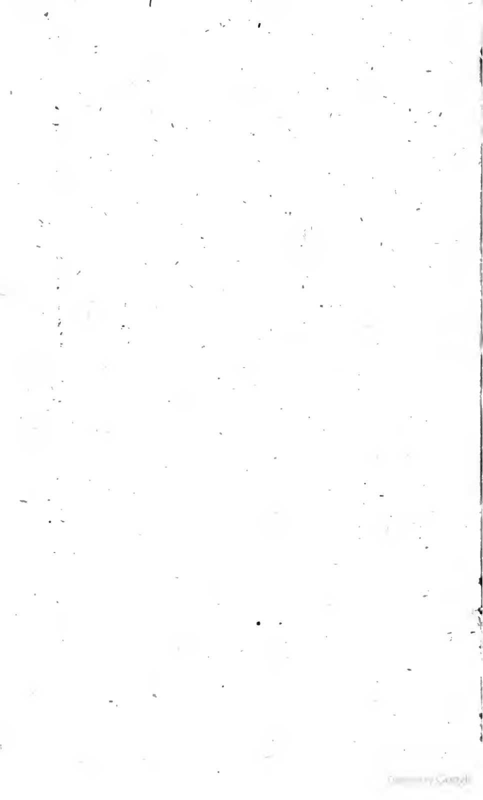

Fig. 219.
Fig. 221.
Fig. 216.
Parallele
1
2
3
4

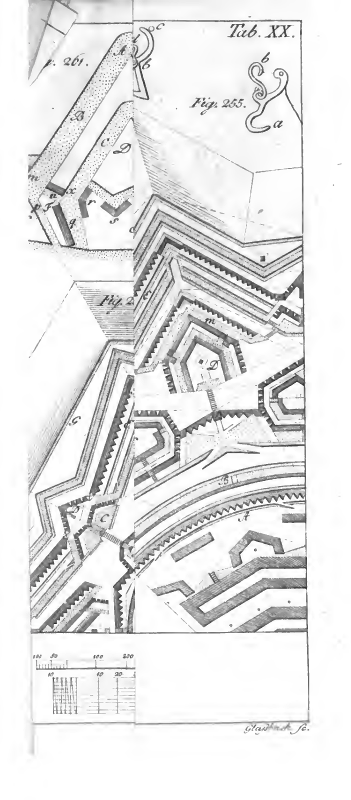


Tab: XVIII.
Fig: 23
Fig: 234
b: Kst: 3. Bd:

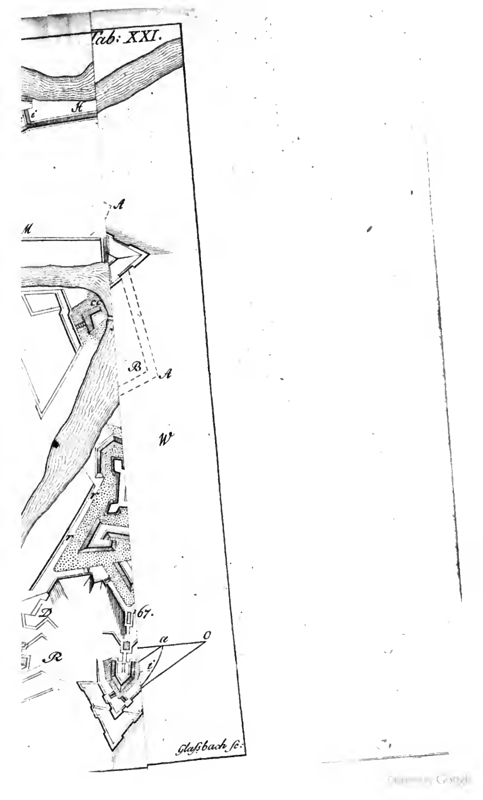



Fig. 243.
Tab. XIX
Fig. 246.
Fig. 250.
Fig. 249.
285.



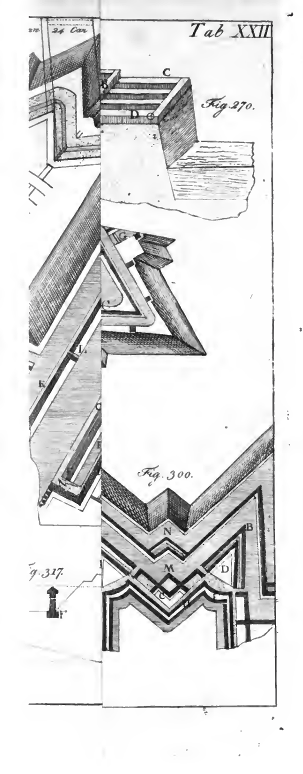

Tab. XX.
Fig. 255.
Glaßbach sc.

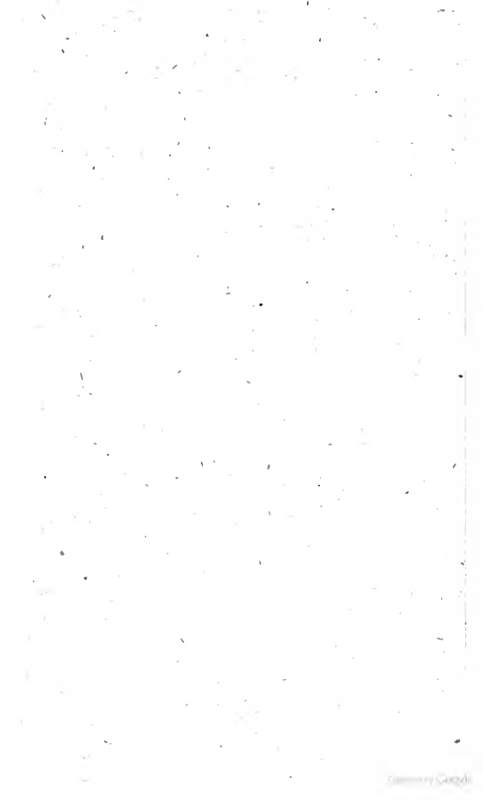


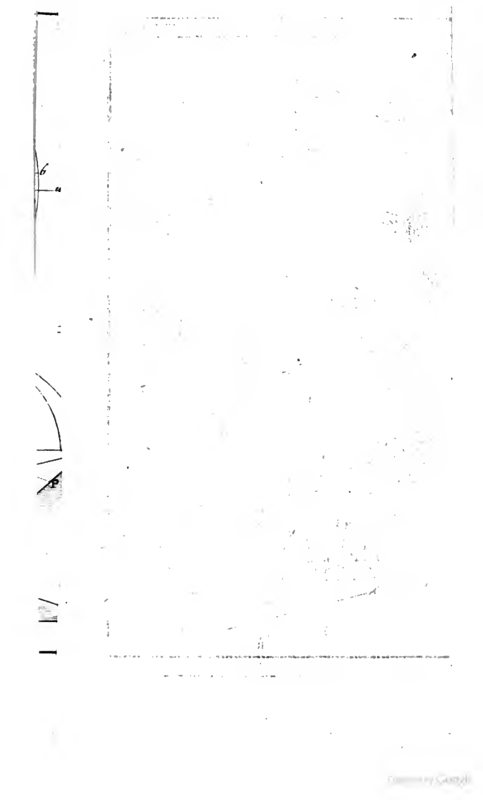


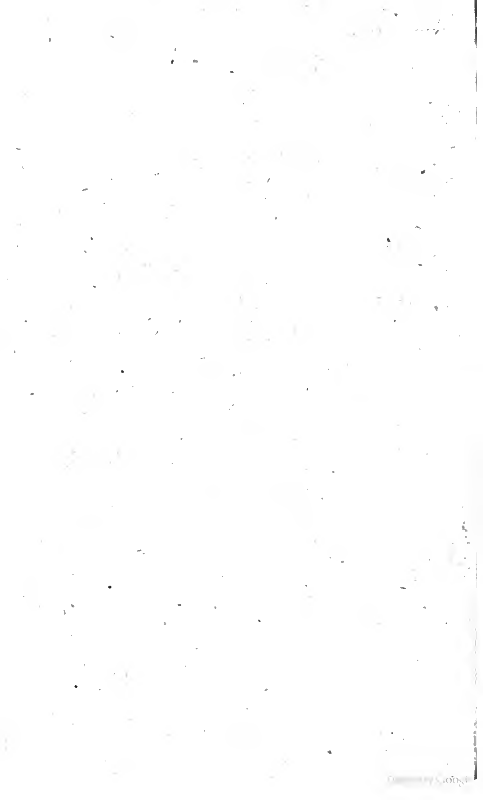
Tab: XXI.
H
i
A
M
A
B
W
D
67.
a
o
R
i
Glaſsbach ſc.

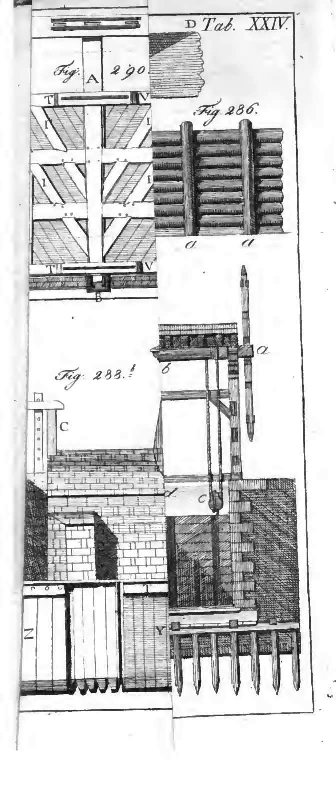


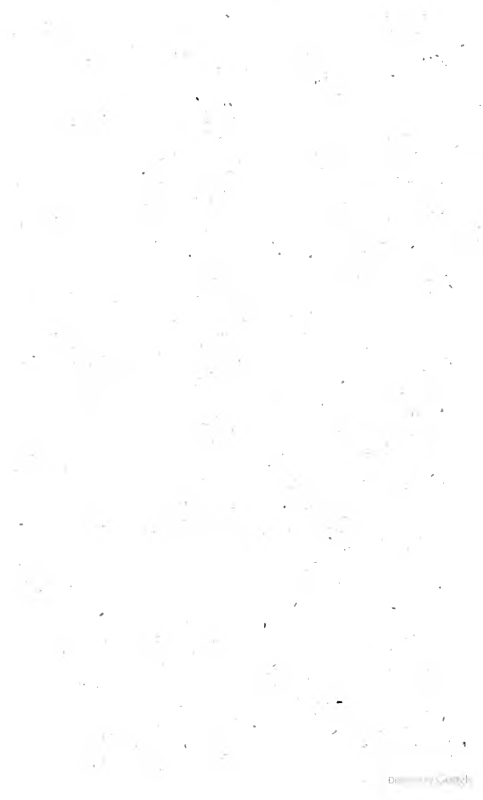

Tab XXII
Fig. 270.
Fig. 300.
g. 317.
24 Can
C
B
D
G
L
K
N
M
D
C

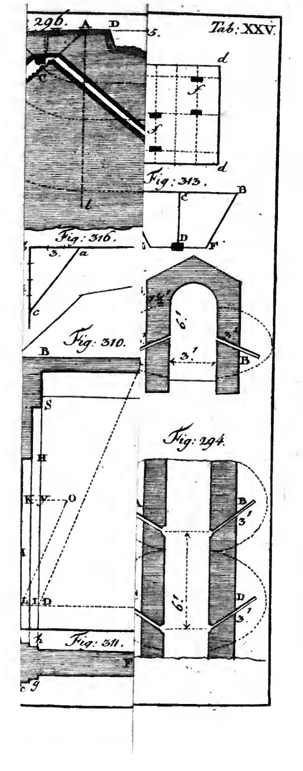




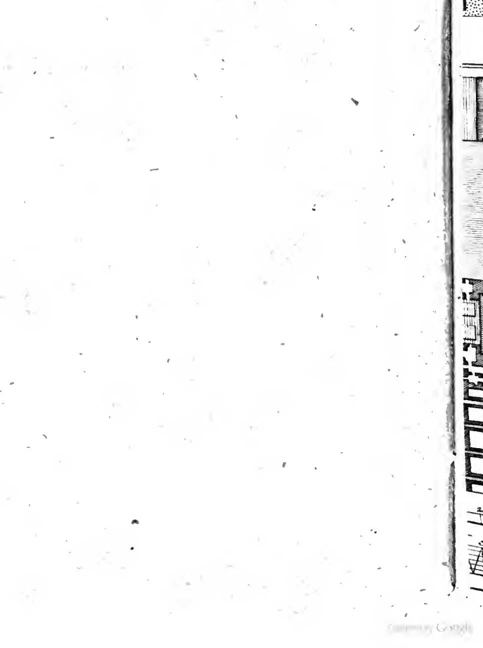


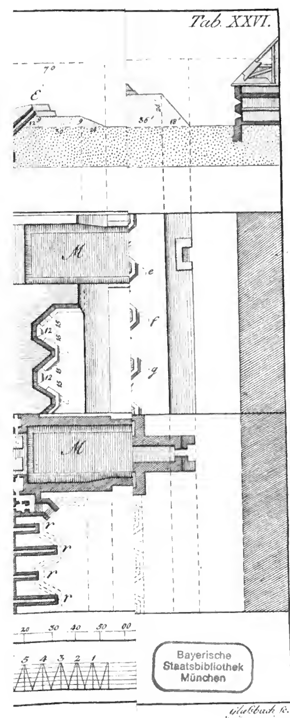

D Tab. XXIV.
Fig. 290.
A
T
V
I
I
I
I
T
V
B
Fig. 286.
a
a
a
b
Fig. 288.
C
d
c
Z
Y





296.
A
D
5.
Tab: XXV.
d
f
f
d
Fig: 313.
B
C
D
F
Fig: 316.
3.
a
c
Fig: 310.
B
6'
3'
B
S
Fig: 294.
H
K
V
O
B
3'
6'
D
3'
L
D
Fig: 311.
F
g





Glasbach fc.

